

KAST Research Report 2012

# 후쿠시마 원전 사고 이후, 국내외 여론 추이와 원전 정책의 당면 과제

A Study on the Public Acceptance and  
Nuclear Energy Policy after Fukushima Accident

한림연구보고서 83

KRR - 83



KAST Research Report 2012

# 후쿠시마 원전 사고 이후, 국내외 여론 추이와 원전 정책의 당면 과제

A Study on the Public Acceptance  
and Nuclear Energy Policy after  
Fukushima Accident

연구보고서 83





#### **연구책임자**

**김 명 자** (한국여성과학기술단체총연합회(KOFWST) 회장  
(사)그린코리아21포럼 이사장  
카이스트 초빙특훈교수)



#### **연 구 원**

**이 은 경** (전북대학교 자연과학대학 과학학과 교수)



#### **연구조원**

**백 인 우** ((사)그린코리아21포럼 연구원)

**진 보 라** ((사)그린코리아21포럼 연구원)

**이 숙 진** ((사)그린코리아21포럼 연구원)



# 목 차

1. 개요	1
1.1 배경	1
1.1.1 원자력 에너지의 필요성과 한계	1
1.1.2 후쿠시마 원전 사고의 영향	3
1.2 연구의 필요성	4
1.3 연구 목표	6
1.4 기대되는 성과	7
2. 원자력 산업에 대한 사회 인식	9
2.1 원자력 발전 : 역사적 고찰	9
2.1.1 원자력 태동기 : 1940년대 ~ 1960년대 초반	10
2.1.2 원자력 발전 실용화기 : 1960년대 중반 ~ 1970년대 초반	11
2.1.3 원자력 발전 중흥기 : 1970년대 초반 ~ 1980년대 중반	11
2.1.4 원자력 발전 침체기 : 1980년대 후반 ~ 1990년대 중반	12
2.1.5 '원자력 르네상스' : 도래와 좌절, 1990년대 후반 ~ 현재	12
가. 전력 수요 증가	13
나. 기후변화 대응	14
다. "원자력 르네상스"	16
2.2 원전 사고와 사회 여론	18
2.2.1 스리마일 섬(TMI) 사고	18
2.2.2 체르노빌(Chernobyl) 사고	19
2.2.3 후쿠시마 사고의 발생과 경과	20
2.2.4 원자력 사고와 사회 여론의 변화 추이	26

<b>3. 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력에 대한 사회 인식 변화</b>	<b>29</b>
3.1 그린피스의 후쿠시마 사고 보고서 요약	29
3.1.1 원자력 안전성 패러다임의 종식	30
3.1.2 비상계획의 실패	30
3.1.3 원전 사고 처리에서의 책임의식 부재	31
3.1.4 제도적 실패의 전형을 보여주는 총체적 실패	32
3.1.5 후쿠시마 사고의 교훈 : 그린피스 보고서	33
3.2 후쿠시마 원전 사고 이후 국제 여론 동향	34
3.2.1 윈-갤럽 인터내셔널: 국가마다 후쿠시마를 전후한 원전 지지율 변화에 차이	34
3.2.2 아사히 신문 여론 조사 : 후쿠시마 사고 전후로 시기별 원전 찬성 비율 변화	37
3.2.3 입소스(Ipsos) 여론 조사: 원전 반대자들의 1/4 후쿠시마에 영향	38
3.2.4 BBC World Service Poll: 현존하는 원전 폐지에 대해 원전 보유국과 미보유국 간의견 차이	41
3.2.5 일본의 여론 동향	44
3.3 후쿠시마 원전 사고 이후 국내 여론 동향	45
3.3.1 한국원자력문화재단 여론 조사	45
3.3.2 과학기술정책연구원(STEPI) 여론 조사	46
3.3.3 원전 지역 주민 대상 설문조사	47
3.3.4 한국원자력문화재단 여론조사에 대한 분석	48
가. 원전의 필요성과 안전성에 대한 인식	49
나. 원전 신뢰성과 투명성 관련 인식	54
3.3.5 언론 보도와 반핵 서적을 통해 본 국내 여론 동향	55
3.3.6 원자력 찬반 논리	60
가. 원전 찬성 논리	60
나. 원전 반대 논리	67
다. 원전 찬반 쟁점 비교	94



<b>4. 국제 원자력 산업 동향</b> .....	<b>97</b>
4.1 후쿠시마 이후 국제 원자력 산업 현황.....	101
4.1.1 미국의 원전산업 현황 .....	101
4.1.2 캐나다의 원전산업 현황.....	103
4.1.3 멕시코 원전산업 현황.....	105
4.1.4 브라질의 원자력 산업 현황.....	107
4.1.5 유럽의 원자력 산업 현황.....	109
<b>5. 후쿠시마 원전 사고 이후, 주요국 원자력 정책 동향</b> .....	<b>113</b>
5.1 원전 지지국 동향.....	115
5.1.1 미국.....	116
5.1.2 프랑스.....	117
5.1.3 러시아.....	117
5.1.4 영국.....	118
5.1.5 캐나다.....	119
5.1.6 핀란드.....	119
5.1.7 인도.....	120
5.2 탈원전국 동향.....	121
5.2.1 독일.....	121
5.2.2 스위스.....	121
5.2.3 이탈리아.....	122
5.2.4 벨기에.....	122
5.2.5 스웨덴.....	123
5.2.6 일본 .....	123

5.3 그 밖의 국가(원전 정책 재검토 국가 동향).....	127
5.3.1 중국.....	127
5.3.2 스페인.....	128
<b>6. 국제적 원자력 안전 기준 강화 추세 분석.....</b>	<b>129</b>
6.1. 원전 선진국의 원자력 안전 관리 정책.....	129
6.1.1 미국.....	129
6.1.2 프랑스.....	131
6.1.3 일본.....	132
6.1.4 캐나다.....	135
6.1.5 스웨덴.....	136
6.1.6 슬로바키아.....	138
6.1.7 루마니아.....	139
6.2 후쿠시마 사고 이후 국제 원자력 안전 관련 정책 변화.....	140
6.2.1 IAEA.....	140
6.2.2 EU .....	140
6.2.3 일본 .....	141
<b>7. 우리나라 원자력 정책 현황.....</b>	<b>143</b>
7.1 우리나라의 에너지 현실과 원자력 에너지.....	143
7.2 후쿠시마 원전 사고 이후 우리나라 원전 정책 현황.....	147
7.2.1 원자력 발전소에 대한 안전 점검 및 개선 추진.....	148
7.2.2 방사능 오염 감시 및 비상대책 강화 노력.....	151
가. 원자력 안전 개념.....	151
나. 안전 설계 개념.....	152
7.2.3 국내 원전 개선 대책.....	156

<b>8. 우리나라 원자력 정책 변천 및 비교분석</b> .....	<b>161</b>
8.1 우리나라 원자력 정책 변천.....	161
8.1.1 원자력 행정체제 : 정부기관 주도, 민간기업 통제.....	161
8.1.2 원자력 역사.....	162
8.1.3 원자력 설비 보유 현황(2012년 기준).....	163
8.1.4. 주요 원자력 발전 정책 동향.....	164
8.1.5 연구개발.....	165
8.1.6 안전 조치.....	166
8.1.7 핵연료 주기 및 폐기물 관리.....	166
8.1.8 對국민 신뢰성 확보.....	167
8.1.9 원자력 국제협력.....	168
8.2 원자력 선진국과 우리나라 원자력 정책의 비교분석 및 교훈.....	168
8.2.1 프랑스, 일본, 한국의 원전 동향 연도별 비교분석.....	168
8.2.2 프랑스, 일본, 한국의 원자력 정책 비교분석.....	169
가. 원자력 행정체제.....	169
나. 원자력 설비 현황.....	169
다. 원자력 정책 방향.....	169
라. 연구개발 .....	170
마. 안전 강화 조치.....	171
바. 핵연료 주기 및 고준위 방사성 폐기물 관리.....	172
사. 국민 신뢰 확보.....	173
아. 국제협력.....	174
8.3 우리나라 원자력 정책 방향 .....	176
8.3.1 안전성 강화 기반 구축 .....	177
8.3.2 한·미 원자력협정 재개정.....	178

<b>9. 우리나라 원자력 정책 추진의 당면 과제</b> .....	<b>179</b>
9.1. 원전 안정성 강화 방안.....	179
9.2. 원자력 안전규제 기관의 적정성.....	180
9.3. 원전 설계수명 연장 정책 .....	182
9.3.1 국내 계속운전 관련 규정 및 절차.....	185
9.3.2 고리 1호기 계속운전 논란.....	188
9.3.3 고리 1호기 주요 사건에 대한 여론 분석.....	190
9.4. 사용후핵연료 중간저장 방안 결정에 대한 고려요인 (분석).....	195
9.4.1 사용후핵연료 저장수조 냉각 문제.....	195
9.4.2 부지 내 중간저장.....	196
9.4.3 방사성 폐기물 관리 쟁점.....	198
9.5. 사회적 합의 도출을 위한 공론화.....	199
9.5.1 원전 안전에 대한 공학적 안전 기준과 지역 사회의 안전 인지의 차이.....	200
9.5.2 사회적 수용성 확보를 위한 공론화의 중요성과 한계 .....	208
9.5.3 홍보 패러다임의 전환 .....	214
<b>10. 결론</b> .....	<b>215</b>
10.1. 안전과 신뢰 .....	215
10.2. 과학기술과 인문사회학의 학제적 접근.....	217
10.3. 정책 결정의 한계 조건 고려.....	218
10.4. 국민적 합의를 이끌어내기 위한 전담 기구 설치 필요.....	219
10.5. 원자력 에너지의 필요성과 한계.....	220
원전 찬반 쟁점 정리.....	222
연구 책임자 이력.....	235
참고문헌 .....	244

# 표 목 차

[표 1] 발전원별 거래단가(2011년말 기준) .....	64
[표 2] 타 발전에 비해 원자력 발전이 가지는 우위 .....	67
[표 3] 세계 31개 원전 국가의 원자로 운영 상황 .....	97
[표 4] 미국의 전원별 전력분포(2010) .....	102
[표 5] 캐나다의 전원별 전력분포(2010) .....	104
[표 6] 멕시코의 전원별 전력분포(2010) .....	106
[표 7] 브라질의 전원별 전력분포(2010) .....	108
[표 8] 유럽의 에너지 성장률 (2006-2010) .....	110
[표 9] 유럽의원자력 전력 성장률 (2006-2010) .....	111
[표 10] 후쿠시마 원전 사고 이후 국가별 원전정책 변화 성향 .....	114
[표 11] 인도 원전시장 관심 국가 및 협정 국가 .....	120
[표 12] 전원 종류별 발전단가(2010-2030) - 일본 .....	126
[표 13] 일본의 원자력 관련 법규 .....	132
[표 14] 스웨덴의 방사성 물질 수송에 대한 관련법 .....	137
[표 15] 원자력안전위원회 부서별 주요기능 .....	149
[표 16] 사고관리계획에 관한 주요 개념 .....	154
[표 17] 국내 원전 안전점검 결과 개선대책 .....	156
[표 18] 우리나라 원전 설비 현황 (2012년 기준) .....	163
[표 19] 원자력 선진국과 우리나라 간 원자력 현황/정책 비교 .....	175
[표 20] 원자력 선진국과 우리나라 원자력 정책의 비교 분석 교훈 .....	176
[표 21] 계속운전 관련 법령 및 내용 .....	186
[표 22] 계속운전 심사 기준: 원자력안전위원회 고시 제 2012-25호 주요내용 ..	188
[표 23] 고리 1호기 수명연장 및 재가동 논란 관련 주요 이력 .....	189
[표 24] 주요 발전소 주변지역 지원액 .....	208



# 그림 목 차

[그림 1] 전 세계 원자력 발전 시설 용량 변화 .....	10
[그림 2] 세계 전기 수요 증가세(1980-2030) .....	13
[그림 3] 유럽 연합의 이산화탄소 감축 계획 .....	15
[그림 4] 기저부하로서의 원자력의 중요성 .....	15
[그림 5] 발전원별 온실가스 배출량과 대기 오염도 비교 .....	16
[그림 6] 발전원별 소요 면적 비교(km <sup>2</sup> /MW) .....	16
[그림 7] 발전원별 연료 가격 비교 .....	17
[그림 8] 영국, 미국, 스웨덴, 핀란드 4개국의 사회적 수용성 변화 .....	26
[그림 9] 원전 추가 건설 찬반 여론조사(1977-2011) .....	28
[그림 10] 후쿠시마 사고 이전과 이후의 각국 원전 이용 찬성 비율 변화 .....	35
[그림 11] 원전 이용에 대한 찬성/반대 비율 .....	36
[그림 12] 후쿠시마 사태 전과 후의 원전 찬반 여론 (2011년 5월 기준) .....	37
[그림 13] 후쿠시마 원전 사고 이후 세계 24개국의 원전에 대한 의견 여론 조사 (2011.05.06.~05.21) .....	39
[그림 14] 원전에 반대하는 사람 중에서 후쿠시마 원전 사고에 의해 영향을 받은 비율 .....	39
[그림 15] 후쿠시마 사고 이후 세계 23개국의 원전 발전 반대 여론 조사 결과 .....	41
[그림 16] 현존하는 원전 사용 찬성, 추가원전 건설 반대 (2005 vs 2011) ..	42
[그림 17] 현존하는 원전 운영과 신규 원전 건설 찬성 (2005 vs 2011) .....	43
[그림 18] 현존하는 원전운영과 신규 원전 건설 반대 (2005 vs 2011) .....	43
[그림 19] 후쿠시마 원전 사고(2011년 3월 11일) 이후 일본 국민의 원전에 대한 여론 경향 .....	44

[그림 20] 후쿠시마 전후의 원자력 관련 설문조사 .....	45
[그림 21] 원자력 안전에 대한 인식 응답 .....	46
[그림 22] 원자력 발전에 대한 불안 원인 .....	47
[그림 23] 원전 필요성에 대한 시기별 한국원자력문화재단 여론조사 결과 ....	49
[그림 24] 원전의 위험과 이익에 대한 국민 인식 .....	50
[그림 25] 시기별 원전 안전성에 대한 국민 인식 추이 .....	50
[그림 26] 시기별 방폐물 관리 안전성에 대한 국민 인식 추이 .....	52
[그림 27] 후쿠시마 사고 이후 출간된 반핵 서적 .....	56
[그림 28] 국내 발전 설비 현황 .....	62
[그림 29] 원전 건설 관련 계획, 제안, 건설 중인 국가별 통계 .....	99
[그림 30] 세계 원전 현황 .....	100
[그림 31] 동아시아 원전의 현재와 미래 .....	101
[그림 32] 미국의 전원별 전력분포(2010) .....	102
[그림 33] 미국의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020) .....	103
[그림 34] 캐나다의 전원별 전력분포(2010) .....	104
[그림 35] 캐나다의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020) .....	105
[그림 36] 멕시코의 전원별 전력분포(2010) .....	106
[그림 37] 멕시코의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020) .....	107
[그림 38] 브라질의 전원별 전력분포(2010) .....	108
[그림 39] 브라질의 원전 설비용량과 발전량(2005-2020) .....	109
[그림 40] 유럽의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020) .....	110
[그림 41] 유럽의 에너지 성장률 (2006-2010) .....	111
[그림 42] 유럽의원자력 전력 성장률 (2006-2010) .....	111

[그림 43] 국가별 전체 발전량에서 원자력발전량 비중(2010, IAEA PRIS) .....	115
[그림 44] 전원 종류별 발전단가(2010) - 일본 .....	124
[그림 45] 전원 종류별 발전단가(2020) - 일본 .....	125
[그림 46] 전원 종류별 발전단가(2030) - 일본 .....	125
[그림 47] 전원 종류별 발전단가(2010-2030) - 일본 .....	125
[그림 48] 전원 종류별 발전단가(2010-2030) .....	126
[그림 49] 원자로 관리 감독의 과정에 대한 개요 .....	130
[그림 50] 일본의 원자력 행정체계 .....	134
[그림 51] 각국의 에너지 수입/수출 비율 그래프(2009년 기준) .....	144
[그림 52] OPEC으로부터의 OECD 각국의 석유 수입 물량 .....	144
[그림 53] 각국의 GDP 1달러당 에너지 소모량 비교 .....	145
[그림 54] 각국의 산업용/가정용 전기 가격 비교 .....	146
[그림 55] 각국의 가정용 전기 가격의 변화 비교 .....	147
[그림 56] 원자력안전위원회 기구 및 조직 .....	149
[그림 57] 연도별 우리나라 원자력 에너지 발전 추세 비교 .....	165
[그림 58] 원자력 행정 체계도 .....	181
[그림 59] 원전 수명 연장 허가 갱신 절차 .....	183
[그림 60] 우리나라 원전 분포와 관할 행정구역 .....	184
[그림 61] 원전 계속운전 신청 절차도 .....	186
[그림 62] 우리나라 사용후핵연료 관리의 고려요인 .....	197
[그림 63] 원자력 안전에 대한 전문가와 일반국민의 인식 .....	201
[그림 64] 전문가와 일반인이 인식하는 원자력 발전에 대한 불안 원인 .....	201
[그림 65] 정부 발표 원전 안전진단 결과에 대한 전문가와 일반국민의 신뢰 .....	202



[그림 66] 정부의 원자력발전 비중 증가계획에 대한 전문가와 일반국민의 견해 ..	203
[그림 67] The 'classical' illustration of the Psychometric Model .....	204
[그림 68] 방사성폐기물 관리 문제가 해결되었는지 여부에 대한 전문가, 정치인, 대중의 응답 .....	204
[그림 69] 전문가와 대중이 원자력, 화력, 수력 발전소에 대해 느끼는 위험의 정도 .....	205
[그림 70] 대중과 전문가, 대중과 엔지니어가 각각의 위험요소에 대해 매기는 서로 다른 위험도 .....	206
[그림 71] 원자력 관련 안전 기준 .....	211
[그림 72] 사용후핵연료관리 민간기구 구성(안) .....	213
[그림 73] 우리나라 재생에너지의 경제성 .....	231



# 요약문

## 연구 필요성

- 후쿠시마 원전 사고 이후 국내외로 원전 안전성에 대한 사회적 불안이 높아짐에 따라 가동 중인 원전의 안전성을 재점검하는 등 안전 강화 조치를 취했으나, 앞으로 시행될 원전 시설의 설계수명 연장, 사용후핵연료 중간관리 방안, 신규 원전 건설, 인력 양성 등에도 상당한 부정적 영향을 미칠 것으로 예상
- 세계적으로 에너지 안보가 취약한 상황에서 원자력 발전 비중(34%)이 높은 원전 5위국으로서 2009년 말 해외 진출을 시작한 시점이므로 우리나라의 원전 정책은 더욱 중요한 고비를 맞고 있어 사회적 수용성이 더욱 중요한 변수로 작용할 가능성
- 후쿠시마 사고 이후 글로벌 원전 시장의 동향과 선진국의 원전 정책과 사회적 수용성 확보 노력 등의 추이를 살피고 시사점을 도출하여 정책 추진에 반영 필요성 증대
- 안전 기준을 재점검하고 지역사회의 인지 안전성과 공학적 안전성 사이의 차이를 분석하여 그 격차를 줄이기 위한 객관적 접근 제시

## 주요 연구내용

- 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력에 대한 사회 인식 변화 추이 파악
- 원자력에 대한 사회 인식 변화에 따른 각국 원자력 정책의 변화 조사 분석
- 특히 일본을 포함한 원자력 선진국의 원자력 시설 안전관리 정책 변화 추이 분석

- 관련된 국내 원자력 정책의 현황 분석에 바탕하여 다음 주제를 집중 연구
  1. 원자력 시설 안전에 대한 인식: 공학적 안전과 사회적 안전 인지의 격차
  2. 후쿠시마 사고 이후 원자력 시설 안전 관리 정책 현황 분석과 문제점 도출
  3. 사용후핵연료 관리 방안 도출의 과제와 전망
- 다음 주제에서 향후 원자력 정책 추진에 대한 시사점 도출
  1. 원전 안전성 강화 : 시설 수명 연장, 원자력 안전규제
  2. 사용후핵연료 관리 방안 : 사회적 수용 제고와 안전 관리를 위한 제도 제안
  3. 지역사회 원자력 안전성 인식과 사회 수용성 제고 방안

# Abstract

## Purpose

- Analyze the fundamental issues of NPP related disputes and propose ways to minimize social conflict
  - As fear about NPP has been increasing among the society since the Fukushima nuclear accident, arguments for the phase out of NPPs are getting increasingly persuasive. There is an increased importance of need for rational energy policies as well as social agreement for Korea especially because it has very strict energy security and has recently started to enter the international nuclear market
- Explore ways to overcome the differences in perception about nuclear energy between nuclear energy experts and the general public
  - Identify the current status and cause of the differences in perception among different stakeholders, and suggest ways to bridge the differences
- Draft ways to build trust with the local society and public through multidimensional communication
  - Compile the major arguments of the nuclear industry as well as some anti-nuclear organizations as a middleman and devise ways to encourage multidimensional communication in order to gradually arrive at a social consensus
- Propose ways to strengthen governance for NPP safety management
  - Propose a governance for nuclear safety management, which can secure public acceptance, and specific measures to expand the capacity of the governance

## Contents

- Analyze the differences between the public's perception about nuclear energy safety and the technical standards of safety
  - Survey the safety cognition index about NPP safety from the experts and general public then analyze the differences in safety cognition indexes between experts and general public, and propose ways to reduce the differences
- Suggest methods to overcome the differences in perception between the general public and experts about NPP safety management
  - Evaluate the level of trust from the general public about nuclear energy safety and regulatory agencies then propose methods to increase trust about nuclear regulatory agencies based on an understanding that policies are drafted with actual participation of the general public
- Propose ways to advertize, set up education systems and train specialists in order to increase public acceptance of nuclear energy
  - Propose new advertisement schemes that can secure trust from the public by providing objective information efficiently and improving the current ones that are biased towards making a positive image
  - By benchmarking countries with advanced nuclear energy education and specialist training systems, propose measures and policies, viable and appropriate to our country, to improve education for the public about nuclear energy and specialist training
- Propose measures to strengthen the governance for NPP safety management
  - Analyze the context and figure out the elements needed to establish an efficient and highly reliable governance based on the public's perception of regulatory institutions then propose measures to procure national consensus and regional support on matters related not only to technical risk management but also about overall NPP management

## 1.1 배 경

### 1.1.1 원자력 에너지의 필요성과 한계

최근 국제 사회의 핵심 이슈는 바로 두 가지다. ‘자원 위기’와 ‘환경위기’가 그것이다. 자원의 고갈 위협과 가격 상승으로 인한 자원 위기, 그리고 온실 가스 배출 증가로 인한 기후변화로 대표되는 환경 위기의 심화에 따라 국가 간 갈등과 분쟁이 가시화되는 조짐을 보이고 있고, 성장의 한계에 부딪히고 있다는 위기의식이 깊어지고 있다. 에너지는 자원 위기에서도 핵심이고, 환경 위기에서도 그렇다. 화석 연료에 바탕을 둔 20세기 산업 사회의 경이로운 성장은 그 반대급부를 톡톡히 치르게 하고 있다. 화석 연료의 연소에서 배출되는 온실 가스로 인해 지구 온난화가 가속되고 있고, 그로 인해 자연 재해의 규모와 빈도는 엄청나게 증가하며 피해를 심화시키고 있다.<sup>1)</sup>

한마디로 20세기 방식의 발전관은 더 이상 지속 가능하지 않다는 것이 문제의 근원이다. 기후변화에 대응해야 한다는 국제 사회의 노력은 거창한 구호와는 달리 소기의 성과를 거두지 못하고 있는 것이 현실이나, 다른 한편으로, 이미 선진 경제권은 온실 가스 감축의 국가 목표를 설정해 저탄소 에너지 체계로 이행하는 그린 레이스(Green Race)를 벌이고 있다. 그 가운데 자원 위기와 환경 위기는 지구촌이 극복해야 할 시급한 과제로 대두되어 있다. 이대로 간다면 기후 위기는 에너지, 식량, 수자원의 3대 ‘전략적 자원’의 확보를 둘러싼 국제적 갈등과 분쟁을 점점 더 부추기게 될 것이다. 결국 전략적 자원의 확보를 위한 국정의 부담도 갈수

1) 김명자, 『원자력 딜레마』, 사이언스북스, 2011. 215쪽

록 커지게 될 것이다.<sup>2)</sup>

상황이 이렇다 보니, 국가마다 에너지 확보를 위한 정책 경쟁이 치열하다. 1970년대 1차 에너지 위기 이후 30여 년 동안 에너지 안보 개념은 주로 원유의 안정적인 확보를 위한 공급의 다변화였다. 그러나 국제정세 변화에 따라 21세기 에너지 안보는 그것을 넘어서 모든 에너지원의 생산 수송 유통 인프라의 보호까지 포괄하는 신개념으로 확대되고 있다. 국제 에너지 기구(International Energy Agency, IEA)는 에너지 안보를 수용 가능한 가격에 의해 에너지 필요량을 공급할 수 있는 가용성으로 정의한다. 경제학에서는 에너지 안보를 에너지 가격의 급격한 변화, 에너지 공급의 갑작스러운 중단, 에너지로 인한 오염이 사회적 환경과 경제 성장에 미치게 될 악영향을 방지할 수 있는 국가 능력으로 정의하고 있다.

그러면 안정적인 에너지원을 확보하기 위한 가장 확실한 대안은 무엇인가? 먼저 현재 우리나라가 가장 많이 의존하고 있는 화석연료 중 가장 대표적인 석유의 경우 가채 년 수가 약 40년인 것으로 분석되고 있어 사용할 수 있는 절대 양이 한정되어 있을 뿐만 아니라, 대부분 산유국들이 석유자원을 무기화함으로써 급속한 유가 상승 추세가 지속되고 있다. 실례로 1973년과 1979년 두 차례에 걸쳐 오일쇼크(Oil Shock)로 인해 세계 경제가 혼란에 빠지게 되었고, 우리나라와 같은 비산유국은 산업 활동이 위축되는 등 경제적으로 큰 타격을 입은바 있다. 결국 화석 에너지는 지속적인 가격 상승과 지구온난화 등의 환경적 문제로 인해 무한정 늘릴 수는 없는 실정이다.<sup>3),4)</sup>

다음으로 세계 각국에서 화석 연료를 대신할 수 있는 신재생에너지 개발 보급에 나서고 있으나 기후, 날씨 등의 자연 환경의 영향을 많이 받고, 한 번에 많은 전기를 생하기 위해서는 아주 넓은 면적이 필요하며, 특히 아직까지는 생산비용도 매우 많이 들어 효율성과 경제성이 낮다는 단점들을 극복하지 못한 상태이다.

이러한 맥락에서 원자력은 화석 연료를 일부 대체할 수 있는 '징검다리 에너지(bridge energy)'로 부각되고 있었다. 원자력 발전이 우리나라의 에너지 안보를 위한 가장 확실한 대안임에도 불구하고 원전 사고 발생 시 치명적인 방사능 오염을 초래할 수 있기 때문에 안전성 측면에서 치명적인 약점도 가지고 있다. 실제로 1979년 미국의 Three Miles Island(TMI) 원전 사고, 1986년 구소련의 체르노빌 원전 사고 이후 전 세계적으로 신규 원전 건설이 감소하는 추세를 보였으며, 2004년 이후 온실가스 감축 논의와 국제 유가 상승 등으로 인해 다시 찾아온 "원자력 르

2) 김명자, 「그린 레이스에서 낙오하지 않으려면」, 《동아일보》, 2009. 1. 14.

3) 한국원자력문화재단, www.konepa.or.kr, 강의자료, 「원자력은 우리나라의 힘」

4) 한국수력원자력(주), www.khnp.co.kr, 지식센터, 「원자력 발전이란」



네상스”도 2011년 후쿠시마 원전 사고로 인해 제동이 걸린 상태이다. 또한 원자력은 핵비확산(Nuclear Nonproliferation)이라는 국제 안보적인 측면에서도 기술의 개발과 상용화에 많은 제약이 따르고 있는 실정이다.

### 1.1.2 후쿠시마 원전 사고의 영향<sup>5)</sup>

2011년 3월 11일(금) 14시 46분 일본 동북지방 미야기현 동쪽 해저에서 발생한 규모 9.0의 동일본 대지진과 초대형 쓰나미(지진해일)는 2만여 명의 사망 또는 실종자를 냈다. 또한 수십만 명의 이재민이 생기는 등 엄청난 피해를 유발했다. 그 뒤를 이어 인근 해안 지역의 후쿠시마 제1원전에서 원자로의 비상 냉각 기능을 장기간 상실시킴으로써 다량의 방사성 물질이 외부로 누출되는 원전 비상상태로 번지게 되었다.

후쿠시마 원전 사고의 특징은 다음 3가지로 요약할 수 있다.

- 극한 자연재해로 인한 최초의 원전 중대사고
- 다수 호기에서 동시 중대사고가 발생하여 장기간 지속
- 방사성 물질의 대량 방출로 대규모 방사능 오염과 그로 인한 사회적 위기 유발

후쿠시마 사고의 근본적인 원인은 1960년대 미국에서 설계된 원전이 일본에 도입하면서 지진과 쓰나미 등 일본 고유의 부지 조건의 특성을 충분히 고려하지 못한 결과로 볼 수 있다. 지진 대비 측면에서는 원전 안전성 재평가와 설비 보강이 이루어졌다. 그러나 쓰나미에 대해서는 종합적인 안전 대책 수립이 부실했다. 일찍이 일본의 원자력안전규제기관과 전문가들이 사전에 경고했음에도 안전규제 체계가 완전한 독립성과 충분한 권한을 보장받지 못한 결과 사전에 대비를 제대로 하지 못했다는 분석이다.

또한 원전에서 발생할 수 있는 중대 사고에 대한 인식 부족으로 인해 관련된 설비, 절차서, 교육훈련도 불충분했다는 지적이다. 후쿠시마 원전 사고는 세계 원전 운영국가는 물론 원전 도입을 추진하고 있던 국가에 커다란 충격을 주었고, 거의 모든 국가에서 원전 안전관리 능력에 대한 의구심을 불러 왔고, 일부 국가에서는 반핵운동을 촉발시키는 계기가 되었다. 전반적으로 원전 안전성에 대한 우려가

5) KAIST 원자력및양자공학과(2011), 「일본 후쿠시마 원전 사고: 경과와 영향, 그리고 교훈」.

커짐에 따라 원자력 시설에 대해 안전성 검증 작업을 벌이고, 실질적이고 가시적인 안전성 향상 조치에 재원이 투입되는 결과로 이어지게 되었다. 사고 이전에 예견되던 “원자력 르네상스”에의 기대에는 급제동이 걸렸고, 일부 국가는 체르노빌 사고 이후 선언했던 탈핵 정책을 재천명하고, 일부 국가는 자국의 원전 프로그램을 전면 재검토하는 변화를 낳게 되었다. 일부 국가에서는 기존의 원전 정책을 고수한다는 입장을 밝히기도 했으나, 전반적으로 계획이 지연될 가능성을 배제하기 어려운 상황이다.

## 1.2 연구의 필요성

- 후쿠시마 원전 사고 이후 국내외로 원전 안전성에 대한 사회적 불안이 높아지고 있어 각국의 원전 정책에 상당히 부정적 영향을 미칠 것으로 예상
  - 세계적으로 원전에 대한 부정적 여론이 크게 늘어 각국의 원전 정책 추진에 차질이 빚어지고 탈원전을 선언하는 국가가 나오고 있어, 앞으로 어떻게 대체 에너지를 확보하여 경제 성장을 지속할 수 있을지에 대한 관심 고조
  - 그런 한편 다수 국가가 증가일로에 전력 수요를 맞추기 위한 공급의 압박과 고유가와 온실가스 배출 감축 등의 이유로 원전의 단계적 폐쇄(phaseout) 정책을 펴기도 곤란한 형편
  - 2011년 3월 기준, 한국은 미국, 프랑스, 일본, 러시아에 뒤이어 원전 발전 비중(34%) 5위국으로서 기존의 원전 정책을 그대로 추진한다는 방침을 밝히고 있고, 미국, 프랑스 등 일부 국가도 정책 유지 방침을 밝히고 있으나 정책 추진에 대한 해당 지역사회의 수용성 여부에 따라 추진 시기 지연 등 정책에 차질을 빚을 가능성
  - 앞으로 원전 설계수명 연장, 사용후핵연료 중간저장 방안 결정의 당면 과제를 해결해야 하는 우리의 상황에서 지역사회 반응은 더욱 중요한 변수이므로, 안전 기준에 대한 점검과 보완을 비롯하여 안전 기준에 대한 신뢰를 확보하는 것이 선결 과제
- 원전의 안전 기준 재점검 보완
  - 후쿠시마 원전 비상사태는 원전 시설과 설비의 설계 미흡, 계속된 안전 사고 위협에 대한 경고에도 불구하고 적절한 사전 대비를 취하지 않아, 대형 사고

로 이어졌다는 점에서 인재(人災)라는 비판 제기

- 구체적으로 후쿠시마 사고로 인해 가동 중인 원전의 안전성에 대한 우려가 제기되고 있어 안전에 대한 재점검에 의해 기준 강화 필요
- 경주 방폐장 건설의 경우에도 안전성이 우수하다는 방폐물관리공단 측과는 달리, 환경단체는 안전성에 문제가 많다고 주장함으로써 지역 주민들의 반발과 안전성 논란야기
- 공학적 안전 기준과 지역사회의 인지 안전성 사이의 차이를 분석하여 그 격차를 줄이기 위한 발상의 전환이 중요

○ 사용후핵연료 중간관리 정책

- 원전 가동 30개국 중 다수 국가가 고준위 방사성 폐기물을 원전 내에서 저장하고 있으나, 우리나라의 경우에는 발전량이 많아 임시저장 수조의 용량이 한계에 달하고 있어 사용후핵연료의 중간관리 단계 계획을 수립해야 하는 단계
- 사업의 장기적 성격을 고려할 때 사용후핵연료 중간관리 방안을 결정해야 하는 시점을 더 이상 늦출 수 없는 시점에 이르렀으나, 이 또한 사회적 여론과 수용성 여부에 따라 결정적 영향을 받게 될 가능성
- 선진국의 사례에서도 사용후핵연료 관리와 처분은 가장 지난한 원전 관련 사업으로서 세계적으로 핀란드와 스웨덴이 30여년의 노력 끝에 고준위 방사성 폐기물 처분장 건설의 부지를 선정하고 추진하고 있는 상태
- 그러나 이들 국가는 원자로 기수, 국토 면적과 인구 밀도 등에서 우리나라와는 비교되지 않을 정도이므로 우리나라의 경우에는 더욱 철저하고 신중한 접근 필요

○ 원전 설계수명 연장 여부

- 후쿠시마 사고 이후 고리 원전의 수명 연장에 따른 안전성 논란 등 지역사회와 환경단체를 중심으로 원전 수명 연장 반대 움직임이 가시화되는 분위기
- 2007년 고리 1호기 수명 연장의 경우, 수명 연장 계획을 일방적으로 세우고 고리 원전 근처에 살고 있는 주민들에게 동의를 강요했고 수명 연장 뒤에도 사고가 자주 발생해 주민들이 불안해하고 있다는 것이 원전 반대 측의 주장
- 현재 다수 원전 국가가 경제성과 전력 공급의 필요성으로 인해 원전 시설의 설계수명을 연장하고 있는 가운데 우리나라도 2012년 월성 원전에 대한 설계

수명 연장 여부를 결정해야 하는 상황이므로 이에 대한 대처 방안 중요

○ 로컬 거버넌스 역량 강화

- 우리나라 국민 여론 조사 결과, 원전의 필요성에는 공감하나 원전이 위험하다는 의견이 우세하고, 원전 관계 시설이 입지하는 지역사회의 수용성이 사업 성패의 관건이므로 로컬 거버넌스(Local Governance) 역량이 핵심
- 원자력을 둘러싼 양극단의 의견 대립 사이에 소통의 통로가 부재하여 서로에 대한 의견 차이를 극복할 수 있는 메커니즘 부재
- 원전 안전규제 기관은 지역사회와 국민의 편에서 안전을 최우선으로 안전 기준을 설정하고 준수하며 신뢰를 확보할 수 있어야 하나 실제로는 신뢰 미흡
- 원전 해당 지역에 대한 인센티브 부여도 중요하나 그러한 해결 방안이 못지않게 장기적인 비전을 제시하고 지역사회/주민과 정부/사업자 간의 신뢰 관계를 정립할 수 있는 방안에 대한 심층적 연구 필요

## 1.3 연구 목표

후쿠시마 사고 이후 사회적 수용성이 더욱 중요한 이슈가 된 시점에서 아래 주제를 중심으로 원전 정책 추진에 대한 주요 쟁점을 검토함으로써 에너지 정책의 시행착오를 최소화하는 것이 연구 목표

- 후쿠시마 이후 글로벌 원전 산업 동향과 각국의 원전 정책 변화 조사 연구
- 국제적 원자력 안전 기준 강화 추세 분석
- 국제 원자력 안보 강화 추세 검토
- 사용후핵연료 중간저장 방안 결정에 대한 고려 요인 분석
- 원전 설계수명 연장에 대한 정책 과제
- 국가 간 협력에 의한 원자력 기준 설정과 운영 체제, 표준 강화 추세 조사
- 국내 원자력 안전 관련 공학적 안전 기준과 지역사회의 인지 안전성 차이
- 원전 관련 시설 운영에 대한 해당 지역사회 신뢰 확충에 대한 학제적 연구
- 원전 찬반 대립 사이의 의견 차이 극복을 위한 중간자적 역할과 구체적 메커니즘 제안

## 1.4 기대되는 성과

- 앞으로 원전 설계수명 연장, 사용후핵연료 중간저장 방안 결정 등의 시급한 당면 과제를 해결해야 하는 우리나라의 상황에서는 원자력계 자체의 노력만으로 지역사회의 수용성을 확보하기가 쉽지 않다고 보아, 지역사회와 사업자/정부간의 매개 역할에 대한 연구와 여론 조사 등에 의해 보완적 기능을 할 수 있으리라 기대
- 사용후핵연료 중간관리 방안의 결정에 대한 일반적 이해를 높일 수 있는 심층적 연구 결과의 도출로 문제의 본질에 대한 이해를 넓히는데 기여
- 원자력 정책 추진에 대한 국내외 신뢰를 높일 수 있는 방안에 대한 학제적 연구 결과 도출로 수용성 이슈에 근본적으로 접근하여, 원전에 대한 사회적 수용성 확보를 위한 메커니즘 구축과 원칙, 절차 등 구체적 대안 모색
- 원전을 둘러싼 사회적 갈등을 줄일 수 있도록 중립적 입장에서 신뢰할 만한 결과 도출로 원자력 이용으로 인한 막대한 사회적 비용 절감에 기여
- 원전 정책 추진을 둘러싼 주요 쟁점에 대해 객관적으로 검토함으로써 에너지 정책의 시행착오를 최소화하는 데 연구 결과 활용
- 원전 관련 주요 과제에 대한 일반 국민 대상 여론조사와 전문가를 대상으로 한 설문조사 결과를 비교하여 원전 안전에 대한 인식 차이를 좁힐 수 있는 방안 모색



# 2

## 원자력 산업에 대한 사회 인식

### 2.1 원자력 발전 : 역사적 고찰<sup>6), 7)</sup>

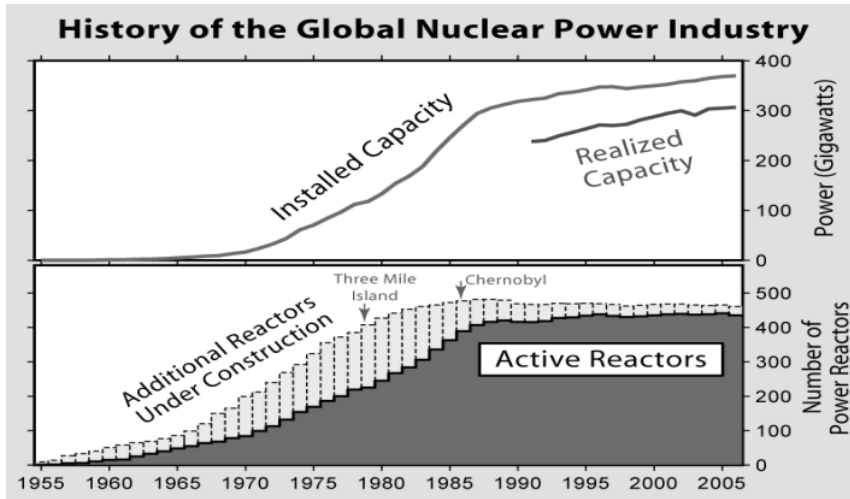
원자력 발전의 유래는 제2차 세계대전 중 핵폭탄 제조를 실현시킨 맨해튼 프로젝트에서 비롯된다. 핵폭탄의 투하로 빚어진 엄청난 충격 이후 원자력의 평화적인 이용으로 정책 방향을 선회하면서 상업용 발전의 시대가 개막되고, 이후 원자력 발전 기술의 진보와 경제성 향상, 에너지 수요 급증, 석유 가격 급등 등의 변수로 인해 전 세계로 확대되고 있었다. 그러나 1979년, 1986년의 두 차례 사고를 겪으면서 전반적으로는 침체기에 들어섰다가 최근 기후변화 대응의 시대적 필요성에 의해 '원자력 르네상스'를 예견하는 상황이었으나, 2011년의 후쿠시마 사고로 인해 원전의 안전성은 치명적 손상을 입은 형국이다.

원전의 걸어온 길은 일련의 사건들을 거치면서 “원자력 태동기 → 원자력 발전 실용화기 → 원자력 발전 중흥기 → 원자력 발전 침체기 → '원자력 르네상스' 도래와 좌절로 요약할 수 있다. [그림 1]은 <sup>8)</sup> 연도별 세계 원자력 발전 시설 용량의 변화를 보여주고 있다.

6) 국가 원자력 연구개발 성과 한마당(2012) 블로그 [www.blog.naver.com/nuclear2012](http://www.blog.naver.com/nuclear2012), 「원자력 역사 알아보기!」.

7) Wikipedia, [en.wikipedia.org/wiki/Nuclear-power](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear-power), 「Nuclear Power」.

8) Wikipedia, [en.wikipedia.org/wiki/Nuclear-power](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear-power), 「Nuclear Power」.



[그림 1] 전 세계 원자력 발전 시설 용량 변화

### 2.1.1 원자력 태동기 : 1940년대~1960년대 초반

역사상 최초의 원자로는 1942년 11월 이탈리아의 물리학자 페르미(Enrico Fermi)가 미국 시카고 대학 구내 지하실에서 만든 것으로 기록된다. 이는 1941년 미국의 맨하탄 프로젝트의 일환으로, 감속재로서 흑연을 사용한 플루토늄 생산용 원자로였다. 여기서 생산된 인공 방사성 동위원소인 플루토늄은 원자폭탄 제조의 원료가 되어 1945년 8월 일본의 나가사키에 플루토늄 원폭으로 투하되었다. 그 후 1953년 미국의 아이젠하워 대통령은 유엔총회에서 '원자력의 평화적 이용(Atoms for Peace)'을 제창한다. 그렇다고 해서 원자력의 무기화가 중단된 것은 아니었다. 미소 양진영의 수소폭탄 개발은 핵분열이 아닌 핵융합의 경쟁시대를 열었기 때문이다.

1953년 원자력의 평화적 이용 선언을 계기로 원자력 상업 발전의 시대가 개막된다. 최초의 원자력 발전시설은 1954년에 건설된 구소련의 오브닌스크원전으로 약 6MWe의 설비용량이였다. 그러나 상업적으로 이용된 최초의 원전은 1956년 가동된 50MWe 설비용량의 영국 Calder Hall 원전이었다. 1957년에는 핵확산을 방지하고 원자력 발전의 안전성을 강화하는 등의 임무를 띠고 국제원자력기구(IAEA)가 설립된다. 역사상 최초의 국제적 원자력 통제체제가 출범한 것이다. 그러나 1950년대 중반부터 1960년대 초반 사이 중동, 북해 등에서 대규모 유전과 천



연가스 매장량이 확인되면서 원자력 발전은 침체기로 들어섰다. 이처럼 에너지 믹스에서의 어느 에너지원의 비중은 다른 에너지원과의 상관관계 속에서 변화하고 있다는 것이 역사가 우리에게 알려주는 경험적 사실이다.

### 2.1.2 원자력 발전 실용화기 : 1960년대 중반~1970년대 초반

1966년 6월 미국 테네시계곡개발공사(TVA)는 원전 2기를 발주하면서 원자력 발전이 화력발전에 비해 경제적이라는 보고서를 발표한다. 이로부터 원자력 발전은 경제성을 앞세워 본격적인 실용기로 들어서게 된다. 이후 여러 나라가 본격적으로 연구용 원자로를 가동하고 원자력 발전을 시작하게 된다. 1970년 3월에는 국제 핵비확산조약(NPT)이 발효되어, 기존의 핵무기 보유국과 핵무기 비보유국의 의무를 규정하게 된다. 이로써 원자력의 평화적 이용 증진과 본격적인 핵군축 활동의 근거가 규정된 것이다. 그러나 NPT에서 공식 핵무기 보유국으로 인정된 미국, 러시아, 영국, 프랑스, 중국은 핵무기 보유는 물론 모든 원자력 활동을 허용 받게 된다. 그러나 핵무기 비보유국의 경우에는 원자력 활동이 철저히 제한을 받음으로써 불평등이 초래되는 결과를 빚게 된다.

### 2.1.3 원자력 발전 중흥기 : 1970년대 초반~1980년대 중반

1973년 1차 오일쇼크로 인해 중동 지역의 석유 의존도가 높은 국가는 전력 공급에 큰 어려움을 겪게 된다. 그 결과 프랑스, 일본 등은 원자력 발전의 비중을 높이는 정책을 추진한다. 프랑스는 1차 오일쇼크 직후인 1974년 원자력 발전 설비용량을 늘리기로 결정하고, 이후 꾸준히 증설해서 2009년 이후 총 전력 생산의 75%를 원자력 발전이 담당하는 수준이다. 일본은 1974년 석유 화력발전이 전체 발전량의 66%이었으나, 2008년에는 전체의 11%로 줄어들었다. 한편 원자력 발전은 2009년 이후 총 발전량의 29%를 차지하게 되었다. 1979년 2차 오일쇼크 이후에도 원자력은 대안으로 주목받는다. 발전 단가가 상대적으로 낮고, 안정적인 에너지원이라는 장점 때문에 세계적으로 신규 원전 건설이 증가하는 추세였다. 그러나 1979년 미국의 Three Mile Island(TMI) 원전 사고로 인해 원자력 안전에 대한 우려가 커지면서 원전 증설 추세는 일단 주춤한다. 특히 미국은 TMI 원전 사고 이후 2012년까지 30여 년간 미국 본토의 신규 원전 건설을 중단하는 정책을 택하게 되었다.

## 2.1.4 원자력 발전 침체기 : 1980년대 후반~1990년대 중반

20세기 냉전시대에 미국과 소련 양대 강국이 원자력발전을 이끌어왔지만, 1973년 TMI 사고에 이어 1979년 미국 펜실베이니아주 스리마일 섬(TMI) 원전 사고와 1986년 구소련의 체르노빌 원전 사고로 세계 원전산업은 침체기를 맞았다. 이 사건들은 '원자력' 하면 '방사능 오염'이 떠오를 정도로 국민들에게 부정적인 인식을 심어줬고, 각국은 기존 원전을 폐쇄하거나 새로운 원전 건설 계획을 폐기해야만 했다.

체르노빌 사고 직전인 1985-86년에는 한해 33개의 원전이 새롭게 가동되었지만 그 이후 신규 원전량은 급격히 줄어, 1990년대 들어 신규 원전건설은 세계적으로 한 해 10개에도 미치지 못하였다.<sup>9)</sup> 세계적으로 원자력 발전의 안전성에 대한 우려로 인해 원전의 안전성을 강화해야 한다는 요구가 급증하게 되었다. 이에 따라 신규 원전건설은 당연히 그 이전에 비해 많이 감소하게 되었고 원자력 발전 능력을 향상시키기 위한 기술 개발도 주춤하게 되었다.

## 2.1.5 '원자력 르네상스' : 도래와 좌절, 1990년대 후반~현재

체르노빌 사고 이후 특히 원전 선진국을 중심으로 원전은 대체로 침체기를 면치 못했다. 각 나라마다 상황에 따라서 신규 원전 건설을 진행한 경우도 있었으나, 전반적으로 다른 에너지원의 확충으로 원전의 발전 비중은 점차로 줄어드는 경향을 보였다. 그러나 지속적인 석유 가격 상승, 화석연료 사용에 따른 지구 온난화의 위협이 가중되면서 원자력에 대한 관심이 다시 커지게 되었다. 특히, 1997년 국제적으로 온실가스 감축을 위한 교토의정서가 채택되고 2005년에 발효됨과 동시에 석유 가격의 가파른 상승세가 지속됨에 따라서 원전 건설이 다시 주목받게 되었다. 한 나라가 경제부국으로 자리 잡기 위해 에너지는 필수불가결한 요소였고, 이런 시대 흐름에 발맞춰 원자력은 에너지정책의 핵심이 됐다.<sup>10)</sup> 그리하여 전반적으로 이른바 “원자력 르네상스” 시대를 예견하는 분위기 속에서 기존의 30개 원전 가동국에서 14개국이 신규 원전 도입국가로 진입하는 움직임을 보이고 있었다. 국가별로 신규 원전 건설이 진행되거나 계획이 급증하는 추세에 있었다. 그러나

9) Schneider, M. et al., 2009, 「The World Nuclear Industry Status Report 2009: With Particular Emphasis on Economic Issues」

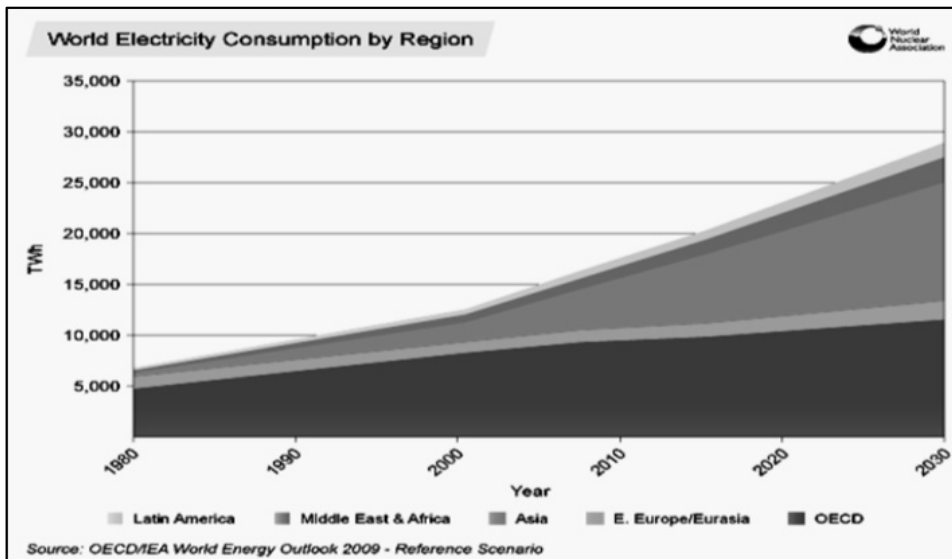
10) 김민지, 2010.01.24., 「反원전 버리고 '親환경 원자력'으로」, <http://www.korea.kr/gonggam/newsView.do?newsId=148686983>

후쿠시마 원전 사고가 원전 운영국가나 원전 도입을 추진하는 국가에게 원자력 안전에 커다란 충격을 줌으로써 “원자력 르네상스”에는 급제동이 걸렸다. 그리고 국가마다 자국의 원전 프로그램을 재검토하게 되었다.

2011년 3월 일본 후쿠시마 원전 사고가 발생하기 이전에는 “원자력 르네상스”를 기대할 정도로 세계 각국에서 원자력 발전 계획이 확대되고 있었는데, 그렇다면 어떤 배경으로 “원자력 르네상스”가 도래하고 있었던 것일까.

### 가. 전력 수요 증가

21세기 경제 성장의 핵심 요소는 에너지의 안정적 공급이다. 지구촌의 급격한 산업화와 도시화에 따라, 20세기 세계 전력 소비는 연평균 10퍼센트가 넘는 높은 증가세를 기록했다. 또한 세계적인 생활수준의 향상과 인구증가, 기계화, 신기술 보급 등으로 인해 앞으로의 전기수요는 계속 가파른 상승세를 보일 것으로 전망된다.[그림 2]<sup>11)</sup>



[그림 2] 세계 전기 수요 증가세(1980-2030)

전력 수요 증가의 요인 중에서도 가장 큰 영향을 미치는 것은 인구의 증가이다.

11) OECD/IEA World Energy Outlook 2009

생활수준의 향상과 의료 기술의 발달은 인간의 평균 수명을 연장시키고 있다. 1970년의 OECD 국가 평균 수명은 70.3세였으나, 2010년에는 79.8세으로 연장되었다. 이러한 추세라면 현재 70억의 세계 인구는 2050년에는 92억으로 증가하리라 예상된다. 더욱이 중국, 인도 등 인구 대국의 본격적인 산업화로 인한 급격한 경제 성장세는 세계 에너지 소비 증가를 더욱 부추기고 있다. IEA(International Energy Agency)의 추산에 의하면 2030년경 세계 전력 수요는 2004년에 비해 200 퍼센트로 늘어나는 것으로 예측되고 있다.<sup>12)</sup>

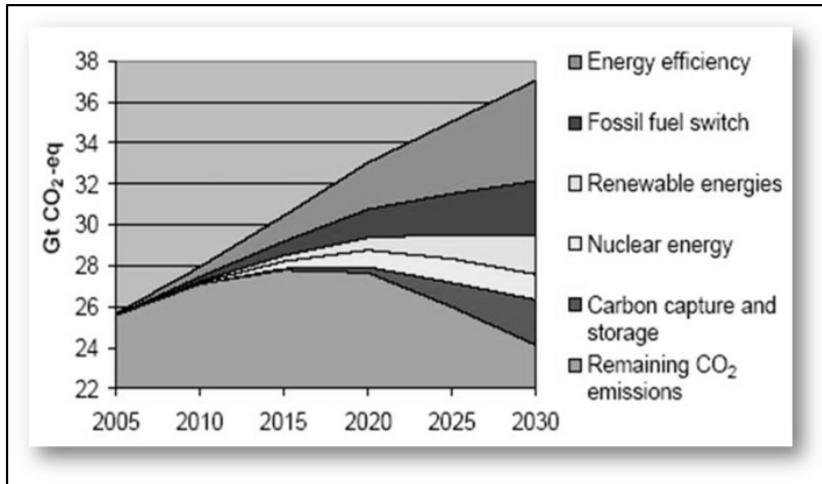
21세기 첨단 기술의 혁신 역시 전력 소비 증가를 촉발시키는 주요 요인이다. 기술의 급속한 발달에 따라, 전 세계적으로 모든 영역에서의 전기화가 급격히 진행 중이기 때문이다. 특히 유비쿼터스 사회로 진입함에 따라 안정적인 펄스로 공급되는 신뢰도 높은 전기의 수요가 증가하고 있다. 모든 분야가 전산화되고 있는 디지털 경제에서는 전력의 양 뿐만 아니라 전력의 품질 또한 중요하기 때문이다. 그 중에서도 중국, 인도와 같은 인구 대국의 본격적인 산업화는 에너지 소비 증가를 더욱 부추기고 있다.

## 나. 기후변화 대응

20세기 산업 사회는 화석 연료를 바탕으로 발전하였다. 이에 따라 화석 연료의 연소에서 배출되는 온실가스의 증가는 전 지구적인 '기후 위기(climate crisis)'를 불러일으켰다. 온실가스로 인한 기후 위기가 심각해지면서 대응 논의가 분분하지만, 그 노력은 이렇다 할 성과를 거두지 못하고 있다. 특히 온실가스 규제에는 선진국과 개발도상국, 그리고 저개발국 사이의 이해관계가 복잡하게 얽혀있어, 교토 의정서 이후의 새로운 기후 체제(climate regime)를 도출하려는 시도는 논의만 무성했을 뿐 계속 불투명한 상태이다.

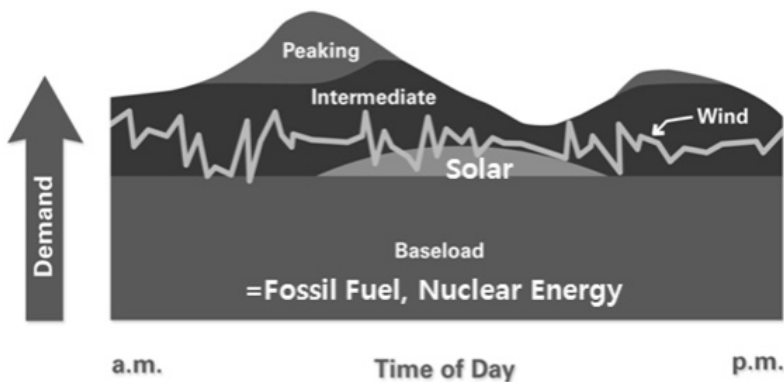
기후변화에 대응하기 위해서는 온실 가스 배출을 감축해야 한다. 즉 화석연료 사용을 줄여야 하므로, 화석연료 중심의 탄소 에너지 체계에서 탈바꿈해야 한다는 뜻이다. 그러나 그 당위성과는 별개로 감축 방식에 대해서는 국가마다 다른 에너지 여건과 발전 단계 등 조건의 차이로 인해 합의를 이루지 못하고 있다. 유럽 연합의 경우 2030년까지 [그림 3]과 같은 이산화탄소 배출 농도 절감을 강조하고 있다.

12) Global Environment Fund, "The Electricity Economy", Global Smart Energy.



[그림 3] 유럽 연합의 이산화탄소 감축 계획

이러한 탄소 에너지 체계의 전환점에서 저탄소 에너지원으로서 가장 기대를 받고 있는 것은 재생(renewable) 에너지다. 재생 에너지는 자원의 제한성에서 자유롭고 이산화탄소 발생이 적다는 등의 장점을 가지고 있다. 이에 따라 일부 선진국들은 총 에너지 생산량 중 일정 비율 이상을 풍력, 태양광 등으로 바꾸는 정책을 강화하고, 재생 에너지의 연구 개발과 상용화에 박차를 가하고 있다. 그러나 현재의 기술적 수준과 경제성으로는 재생 에너지가 기존 경제 체제와 산업 구조를 떠받칠 수 있는 주된 에너지원이 되기에는 한계가 있다.<sup>13)</sup>

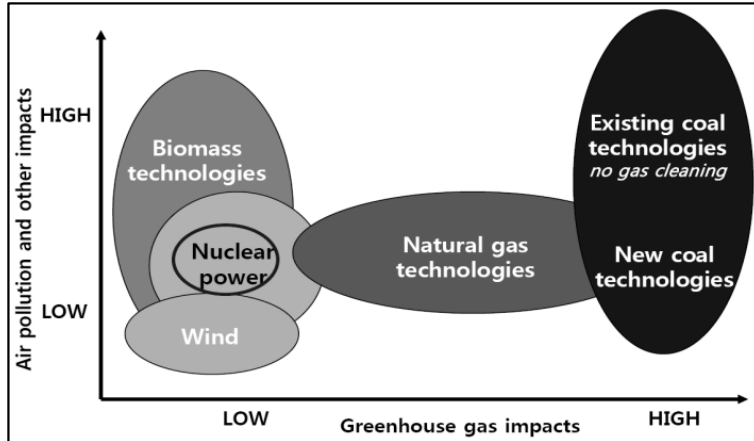


[그림 4] 기저부하로서의 원자력의 중요성

13) 김명자, 『원자력 딜레마』, 사이언스북스, 2011. 225쪽

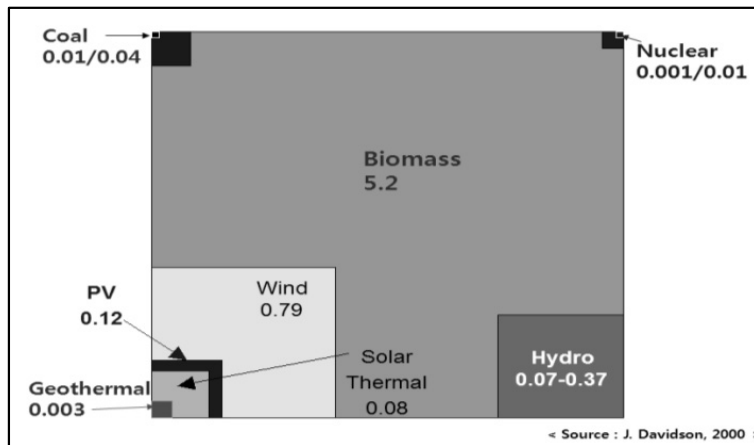
다. ‘원자력 르네상스’

후쿠시마 사고 이전, 원자력은 발전(發電) 과정에서 온실가스 배출이 거의 없고, 필요 부지 면적이 상대적으로 작고, 발전 단가와 연료 비축 효과 측면에서 경제성이 높다는 등의 이유로 각광을 받고 있었다.<sup>14)</sup>[그림 4, 5, 6, 7]<sup>15)</sup>



(수직축: 대기오염과 다른 효과들, 수평축: 온실효과)

[그림 5] 발전원별 온실가스 배출량과 대기 오염도 비교



[그림 6] 발전원별 소요 면적 비교(km2/MW)

14) 김명자, 『원자력 딜레마』, 사이언스북스, 2011. 235쪽 이외에도 우라늄은 수송에 유리하고 유사시 연료 공급이 중단되는 상황에서도 장기간 버틸 수 있다는 점에서 에너지 안보에 유리한 것으로 평가된다.

15) European Commission. 2003. External Costs



## 2.2 원전 사고와 사회 여론

### 2.2.1 스리마일 섬(TMI) 사고

스리마일 섬 사고는 1979년 3월 미국 펜실베이니아 주 스리마일 섬 원전에서 발생했다. 이 사고는 명백한 인재라고 볼 수 있다. 자동 감압 밸브의 고장, 정비원의 실수, 운전원의 계량 오판 등이 겹쳐 냉각 장치가 파열되고 노심이 용융되었기 때문이다. 이로 인해 다량의 방사성 물질이 외부로 누출되었으나, 다행히 제 구실을 한 격납 용기 덕분에 방사선 유출을 대부분 막을 수 있었고 인명 피해도 나지 않았다.

이 사고는 체르노빌이나 후쿠시마 사고에 비하면 그 피해 정도가 적었지만, 원전에 대한 사람들의 인식을 바꾸어 놓은 충격적인 사고였다. 특히 과학기술의 최첨단 국가인 미국에서 발생한 사고라는 점에서 그 충격이 더 컸다. 이는 2011년 3월 후쿠시마 원전 사고가 안전 강국이자 기술 강국인 일본에서 일어났다는 데 대한 충격이 큰 것과는 상황이 비슷하다.

스리마일 섬 사고로 인해 미국 국민은 원전의 안전성을 의심하게 되었다. 무엇보다도 원전 관련 기관과 원자력안전위원회에 대한 국민의 신뢰가 실추된 것은 가장 큰 손실 중 하나였다. 또한 당시 안전규제 당국이 방사능 오염을 예측하여 인근 주민을 소개시킨 것이 과잉대응이었다는 비판으로 인해 오히려 규제 당국에 대한 신뢰를 실추시키는 역효과가 발생했다.

당시 미국 정부의 원전 산업의 안전 강화 조치에 대해서도 의지가 부족하다는 일부 비판이 제기됨으로써 원전 정책에 대한 국민의 신뢰를 떨어뜨렸다. 또한 대부분의 언론이 방사선 수치를 과장 보도하여 스리마일 섬 사고에 대한 공포 분위기를 조성하는 데 한 몫을 했다는 평가가 뒤따랐다. 그 결과 사람들이 스리마일 섬 원전 사고에서 누출된 방사능으로 인해 암 사망자가 발생할 수 있다고 과도하게 불안에 떨게 되었다는 것이다.

결국 원전 운전 인력의 미숙, 부실한 원전 경영, 안전 정보에 대한 교육 훈련 부족 등으로 인한 사고와 그로 인한 국민의 원자력 안전 불신은 이후 원전 계획의 축소로 이어졌다. 스리마일 섬 사고 당시 미국은 129기의 신규 원자로 건설 계획을 승인했었다. 그러나 사고의 여파로 그 중 53기의 원자로만 계속 짓고, 나머지 건설 계획은 취소 조치를 하게 되었다. 또한 사고 수습이 끝난 후 스리마일 섬



-2 원전은 영구 폐쇄되었고, 폐쇄된 원전과 같은 구조인 원자로 7개도 가동이 중지되었다. 스리마일 섬 원전 사고는 비단 미국뿐만 아니라 다른 나라의 원전 정책에도 상당히 부정적인 영향을 미쳤다.

### 2.2.2 체르노빌(Chernobyl) 사고

스리마일 섬의 충격이 채 가시기 전인 1986년 4월 26일, 역사상 최악의 원전 사고가 발생했다. (구)소련의 체르노빌 원자력 발전소 4호기에서 발생한 이 사고는 낙후된 원전 기술과 어이없는 허술한 관리라는 인제가 결합되어 빚어진 최악의 사고였다. 체르노빌의 원전 관리자들은 경험과 훈련의 태부족으로 운영 규칙을 어겼으며, 안전 절차에서도 무지했다. 사고 원자로는 경수를 냉각재로 사용하고 불이 잘 붙는 흑연을 감속재로 사용하는 RBMK형이었다.

사고 당시 전기 기사는 안전수칙을 무려 여섯 가지나 무시하고 핵분열의 제어봉을 제거한 채, 비상 노심냉각 장치를 차단하고 시험 운전을 했다. 이러한 비정상적인 반응으로 발생한 다량의 열로 원자로의 노심이 녹아 내렸고, 감속재로 사용된 흑연은 고온에 의해 엄청난 폭발을 일으켰다. 스리마일 사고와는 달리 체르노빌 원전에는 격납 용기조차 제대로 설치되어 있지 않았다.

이로 인해 원자로 4호기의 천장이 날아감과 동시에 방사성 물질이 그대로 누출되는 최악의 사태가 발생한 것이다. 누출된 방사능의 총량은 5395벵크렐로 추정되었다. 엮힌 데 덮친 격으로, 폭발한 흑연은 방사성 물질이 멀리 날아가도록 촉진하는 역할을 하여 사고를 더욱 키웠다. 방사성 강하물은 서부 소비에트 연방, 유럽 전 지역은 물론 북아메리카까지 멀리 퍼져 갔고, 체르노빌 사고는 방사능 오염 최고치인 7 등급(International Nuclear Event Scale, INES)을 기록했다.

사고 규모보다 더욱 논란이 된 것은 인명 피해를 비롯한 정보에 대한 논란이었다. 체르노빌 원전 소장은 사고 발생 사실을 은폐한 채 수습하려 했고, 안일한 (구)소련 정부의 대처는 사고 피해를 키웠다. 환경 단체들은 사고 발생은 물론 피해자 수를 비롯한 피해 상황도 축소 발표되었다는 의혹을 제기했다. (구)소련 정부 발표에 따르면, 사망자 수는 31명이고, 203명이 급성 방사선 장애로 입원한 것으로 되어 있었으나, 체르노빌 사고의 피해 규모는 각 기관의 발표 마다 큰 차이를 보였다.

특히 발암 환자의 추정에서 매우 들쭉날쭉한 결과는 사람들을 혼란스럽게 했다. 이 사고로 가장 큰 피해를 입은 벨라루스의 국가 암 통계에 따르면, 체르노빌 사

고로 27만 건의 암 발생 사례와 9만 3천건의 치명적인 암 발생이 있었다고 한다. 또한 2001년까지 러시아에서 6만 명이 추가로 사망했고, 우크라이나와 벨라루스의 사망자 추정치는 14만 명에 달한다.

2005년 9월 오스트리아에서 열린 '체르노빌 포럼'(IAEA, WHO, UN, World Bank, 러시아, 벨라루스, 우크라이나 정부 참가)에서 IAEA는 체르노빌 사고로 인한 암 사망자 수는 4천명이라고 발표했다. UN도 직접 방사능 누출로 인한 사망자가 4천명이라고 추정했다. 그러나 사망자 규모를 좀 더 크게 추정하는 기구들도 많다. WHO 산하 국제 암 센터는 사고 이후 60년간 4만1천명이 암에 걸리고, 그중 1만6천명이 사망할 것이라고 추정했다.

체르노빌 20주기 보고서 토치(TORCH)는 유럽에서만 암 환자가 3만 내지 5만 명이 될 것이라 추정했다. 그 중에서도 그린피스는 체르노빌 사고로 인한 암 확진 환자는 27만 명이고 그중 9만 명이 사망했을 것이라고 추정했다. 물론 이러한 사고로 인한 질병으로 나타난 피해 상황을 정확히 파악하는 일은 어렵다. 조사기간, 장소의 범위, 발암의 원인 등 고려해야 할 요소들이 많으며, 이에 따라 추정 결과는 달라질 수 있다. 그러나 결과적으로 기관마다 다른 방사능 피해의 사망자와 발암 환자의 수치는 정부의 공식 발표에 대한 사람들의 불신으로 이어졌다.

방사능은 눈에 보이지 않고 장기간에 걸쳐 광범위한 지역으로 확산, 암이나 돌연변이를 일으킨다. 눈에 보이지 않기 때문에 방사능 오염 데이터와 피해 수준에 대한 정보가 일반 국민들에게 정확히 이해되기 힘들다. 이러한 원자력 특유의 공포 이미지 때문에 원전 사고의 공포와 후유증은 장기적으로 국가와 사회에 막대한 피해를 입힌다. 특히 해당 지역 주민들은 특히 방사능에 대한 공포로 심리적으로 정신적으로 오랜 기간 동안 트라우마를 겪는다. 체르노빌 사고로 인해 사람들은 더 이상 원자력 기술은 안전하게 통제될 수 있는 기술이 아니라는 생각을 하게 되었다. 그리고 1970년대 가장 값싸고 오염이 적은 대체 에너지원으로 인식되며 각광 받던 세계 원전 산업은 20년간 침체기로 들어섰다.

### 2.2.3 후쿠시마 사고의 발생과 경과<sup>17)</sup>

2011년 3월 11일금요일 오후 2시 45분, 일본 도호쿠 지방 부근 해저에서 리히터 규모 9의 지진이 닥쳤다. 1900년 이후 세계에서 발생한 지진 가운데 네 번째로 강한 지진이었다. 곧이어 15미터 높이의 쓰나미가 덮쳤다. 거대한 물기둥이 삼시간

17) 김명자, 『원자력딜레마』, 사이언스북스, 2011

에 민가에서 원전까지 모든 구조물을 쓸어 버렸다.

도호쿠 지역에는 오나가와 원전의 원자로 3기, 후쿠시마 제1원전의 6기, 후쿠시마 제2원전의 4기 등 모두 13기의 원자로가 운영되고 있었다. 당시 후쿠시마 제1원전의 4, 5, 6호기는 정기 검사 때문에 가동을 멈춘 상태였다. 당시 가동되고 있던 나머지 10기의 원자로도 지진의 충격으로 자동 정지됐다. 방호시스템은 2시간 쯤 작동했으나, 후쿠시마 제1원전 1,2,3호기에 전력 공급이 끊기면서 원자로의 냉각 기능이 상실된다. 일본 정부는 오후 7시 3분, 정전에 따른 원자로 냉각 실패로 인한 긴급 사태를 선언하고, 후쿠시마 제1원전 반경 3킬로미터 이내 주민의 소개령을 내린다.

다음날 상황은 더욱 악화된다. 3월 12일 오후 3시 6분, 제1원전 1호기에서 방사성 세슘과 요오드의 누출이 확인된 것이다. 곧이어 3시 36분, 1호기 원자로 건물이 폭발한다. 원인은 수소 폭발. 일본 측은 핵연료 냉각 기능의 상실로 고온의 핵연료봉이 손상되고, 그 과정에서 발생한 수소 기체가 원자로 건물 내에서 폭발한 것으로 추정했다. 그러나 격납 용기의 손상은 없다고 발표했다. 폭발 직후 주민 소개 범위를 제1, 제2원전 반경 20킬로미터로 확대하고, 미봉책으로 해수를 뿌리는 냉각 작업에 들어간다.

3월 14일 오전 11시, 전날 수소 폭발의 가능성이 우려되던 3호기에 서도 폭발이 일어난다. 여기서도 격납 용기의 손상은 없다고 했다. 오후 1시 15분, 2호기 원자로 내 담수 공급 비상 계통의 갑작스러운 정지사태가 보고된다. 냉각 시스템의 고장으로 원자로 내 냉각수의 수위는 점점 내려가 핵연료가 노출되기 시작했고, 오후 8시경에 핵연료봉이 냉각수 밖으로 완전 노출된다.

3월 15일 오전 6시경, 급격한 온도 상승을 견디지 못한 2호기가 폭발한다. 1호기, 3호기와는 달리, 격납 용기의 손상으로 방사성 물질이 누출된다. 점검 때문에 가동이 중지됐던 4호기 건물에서도 화재가 확인된다. 이들 연쇄적인 사고로 인해 비상사태는 제1원전 전체로 확대된다. 주민 소개 범위는 더 넓어져서, 일본 정부는 후쿠시마 제1원전 주변 20킬로미터 이상 30킬로미터 이내 지역 주민들에게 실내 대피령을 내린다.

3월 16일 오전 6시 51분, 4호기 건물에서 다시 화재가 발생한다. 이어서 오전 10시경, 3호기에서 방사능을 띤 수증기가 검출된다. 자위대는 헬기를 이용한 냉각 작업을 준비하지만 기준치를 크게 초과한 방사선량으로 작업을 포기한다. 방사능 오염은 점점 확대되어 오후 7시, 후쿠시마 시 수돗물에서 방사성 물질이 검출된다.

3월 17일, 상황이 악화됨에 따라 높은 방사선 수치에도 불구하고 자위대 헬기가 3호기에 공중 방수를 시작한다. 그러나 상황은 호전될 기미를 보이지 않고, 잠잠

하던 5호기마저 내부 압력이 상승했다. 헬기를 동원한 방수 작업이 별 효과를 보이지 않자 오후 8시경, 자위대 특수 소방차로 3호기에 살수 작업을 시작한다.

3월 18일 새벽 1시 15분, 밤낮 없는 냉각 작업으로 3호기의 방사선 수치가 약간 감소한다. 이어서 2호기의 전력선 복구가 완료된다. 상황은 해결 기미를 보이는 듯하다가, 곧이어 5, 6호기 사용후핵연료 저장 수조 수온이 상승해 사용후핵연료 저장수조에서 사고가 발생할지도 모른다는 우려가 확산된다.

일본 정부는 3월 12일에 국제 원자력 사고 등급(International Nuclear Event Scale, INES)을 4등급으로 매겼던 것을 3월 18일에 5등급으로 높여 국제 원자력 기구(International Atomic Energy Agency, IAEA)에 통보한다. 지금까지 5등급을 받은 사고는 모두 5건으로 1952년 캐나다 척 리버(Chalk River), 1957년 영국 윈드스케일(Windscale), 1969년 스위스 루센(Lucens), 1979년 미국 스리마일(Three Mile) 섬, 1987년 브라질 고이아니아(Goiania)에서 발생했다. 5등급 사고는 '광범위한 영향을 미치는 사고'를 가리킨다. 후쿠시마발 방사성 물질은 빠르게 확산되어 이날 오후 7시경, 1600킬로미터 떨어진 러시아 캄차카 관측소에서 미량 검출된다.

3월 20일 2호기의 전력 공급 시스템이 복구된다. 그러나 3월 21일 월요일, 사용후핵연료의 손상이 확인되고 방사선 누출이 계속된다. 방사능 오염으로 원전 인근 시금치와 우유의 출하가 금지된다.

3월 22일에는 후쿠시마 제1원전 인근 해수에서 방사성 물질이 기준치 이상으로 검출된다. 수중 농도 기준으로 볼 때, 방사성 요오드가 기준치의 127배, 방사성 세슘이 25배로 검출된다. 잇달아 후쿠시마 현 내 5개 시 수돗물에서 유아 음용 규정치(100Bq/kg) 이상의 방사성 요오드가 검출되고, 오후 9시 30분경, 후쿠시마 제1원전 앞바다 16킬로미터에서 기준치의 16~80배에 달하는 방사성 요오드가 검출된다.

3월 23일 오전, 1호기의 노심 온도가 다시 상승한다. 전력 복구 작업 중이던 2호기에서도 방사선 누출로 복구 작업이 중단된다. 3월 24일, 방사성 낙진이 극미량 유럽에 도달했다고 보고된다. 계속된 살수작업으로 1~4호기의 건물 표면 온도가 내려갔으나, 이바라키 현, 사이타마 현, 치바 현, 도쿄 도의 수돗물에서도 방사성 요오드가 검출되어 유아 섭취가 제한된다. 고농도의 방사성 물질은 원전 복구 작업마저 힘들게 했다.

3월 25일, 1호기의 노심 온도가 23일 쯤 400도에서 쯤 204.5도까지 하락하고 압력도 점차 안정되는 추세를 보인다. 그러나 원전 주변에서 핵연료 피복관이 용융되어 발생한 것으로 보이는 방사성 지르코늄95가 미량 검출된다. 3월 26일에는 2호기 주 제어실 조명이 복구됐다. 그러나 제1원전 방수구 근처에서 26일과 27

일 제한치 대비 각각 1250배, 1850배의 방사성 요오드가 검출된다. 방사성 세논이 우리나라에서도 미량 검출된다. 방사성 물질의 일부가 캄차카 반도로 이동한 후 북극과 시베리아를 거쳐 남하한 것으로 추정된다.

3월 28일, 각 원자로에서 고농도의 방사성 물질이 포함된 물웅덩이가 발견되고, 원전의 배수구 근처 해수에서 방사성 요오드 농도가 상승한다. 우리나라 전문가들이 안전하다고 강조하던 서울 상공에서도 극미량의 방사성 요오드가 검출된다. 3월 29일, 제1원전 부지 내 토양에서 '악마의 재'라고 불리는 플루토늄이 검출되면서 연료봉 용융 가능성이 제기된다. 국내에서도 서울을 비롯해 12곳의 환경 방사선 측정소 모두에서 방사성 요오드가 검출된다. 특히 춘천에서는 세슘도 검출된다. 모두 미량(요오드는 기준치의 3만분의 1에서 20만분의 1, 세슘은 8만분의 1 수준)으로 인체에 미치는 영향은 미미하지만 우리 국민의 불안도 커진다.

3월 30일, 대기 중 방사선량이 완만한 감소세를 보이거나, 해수에서는 고농도 방사성 물질이 검출된다. 일본 원자력 안전 위원회는 후쿠시마 제1원전 1~3호기 압력 용기의 손상으로 핵반응 억제 조정관 출입부가 손상될 가능성이 크다고 발표한다.

3월 31일, 방사능 수치가 원전 부근 40킬로미터 지점까지 대피 기준을 초과한다. 중국에서도 18개 지역에서 방사성 요오드가 미량 검출되어, 피해가 점점 확산된다.

4월 1일, 제1원전 각 호기의 지하수에서 기준치 대비 많게는 1만 배에서 적게는 수십 배에 달하는 다량의 방사성 요오드가 검출된다. 30일에 분석한 후쿠시마 현 토양에서도 1제곱미터당 2000만 베크렐(Bq/m<sup>2</sup>)의 방사성 요오드가 검출되는 등 해양, 토양, 지하수로 방사능 오염이 점차 확산된다. 한편, 원전 부지 내 8개 방사선 모니터링 시스템이 복구된다.

4월 2일, NHK는 후쿠시마 제1원전 냉각 시스템 복구에 시간이 걸릴 것이라고 보도한다. 또한 높은 방사선량 때문에 지진으로 인한 배관과 펌프의 손상 정도에 대해 검사하지 못한다. 후쿠시마 제1원전 내 고농도 방사성 물질 제거 작업이 시작된다.

4월 4일, 계속해서 2호기 고농도 방사성 오염수의 수위가 상승함에 따라 저농도 방사능 오염수를 바다로 방출하기 시작한다. 동시에, 2호기에서 고농도 오염수가 바다로 유출되는 것을 막기 위해 5일부터 취수구 울타리에 철판을 설치할 방침이라고 밝힌다.

4월 6일, 합성 수지 살포를 통한 원전 내 방사성 먼지 확산 방지 작업이 시작

된다.

4월 10일, 일본 정부는 후쿠시마 제1원전 반경 20킬로미터 이내 지역에 대해 출입 금지와 퇴거 명령을 내릴 수 있는 '경계 구역'으로 설정할 방침이라고 발표한다.

4월 12일, 일본 경제산업성 원자력 안전 보안원은 후쿠시마 제1원전의 사고 등급을 7등급으로 상향 조정한다.

4월 17일, 도쿄전력주식회사(이후 도쿄전력)는 미국산 원격 조종 로봇으로 원자로 건물 내 방사선량, 온도, 산소 농도 측정을 시작하고, 사고수습을 위한 공정표를 발표한다.

4월 18일, 원자력 안전 보안원은 1, 2, 3호기의 핵연료의 일부가 용융 상태이고, 2, 3호기에서 핵연료 용융에 따르는 고농도 방사성 물질이 검출됐다고 발표한다.

4월 19일, 2호기 터빈 건물 작업 터널의 방사능 오염수 1만 톤을 중앙 폐기물 처리 시설로 이송하기 시작한다.

4월 20일, 일본 정부는 원전 부근 20킬로미터 내 지역을 경계 구역으로 지정해 법적 출입을 제한한다.

4월 21일, 오염수 이송 작업으로 2호기 터빈 건물 내 고농도 방사성 오염수의 수위가 하락한다.

4월 22일, 일본 정부는 후쿠시마 제1원전 20킬로미터 지역 외에 방사선 누적선량이 연간 20밀리시버트 이상으로 예상되는 지역의 주민들에게 1개월 이내에 철수할 것을 요청한다.

4월 24일, 4호기의 사용후핵연료 저장조 벽면의 보수 작업에 들어가고, 저장조의 온도와 수위를 조절하며 냉각수를 주입한다. 여진에 대비하여 원전 외부 전원을 연결하는 전원 공급 다중화 공사를 시작한다.

4월 25일, 이송 작업에도 불구하고 2호기 터빈 건물 내 오염수 수위가 거의 변하지 않았다. 일본 정부는 제1원전 20킬로미터 이내 지역의 가축(2010년 10월 기준, 소 4000마리, 돼지 3만 마리, 닭 63만 마리 정도)에 대해 살처분 조치를 내린다. 후쿠시마 제1원전 사고로 방출된 방사성 물질 총량은 37만~63만 테라베크렐로 추정됐다. 이는 체르노빌 사고 때의 520만 테라베크렐의 10퍼센트 정도이다.

4월 26일, 원자력 안전 위원회는 제1원전에서 방출되는 방사선량이 시간당 100억 베크렐로서 초기의 100분의 1 수준이라고 발표한다. 원전 주변 해수의 방사성 요오드 농도는 3월 21일 이후 처음으로 기준치이하로 내려간다.

4월 27일, 1, 2, 3호기 핵연료 손상 비율이 각각 55퍼센트, 35퍼센트, 30퍼센트라

고 발표한다. 사고 대책 통합 본부는 오염수 처리 기본계획을 발표한다. 또한 우라늄 핵분열 반응에서 생성되는 방사성 물질이 부지에서 검출된다.

4월 29일, 쓰나미에 대비하여 제1원전에 흡 방과제를 설치한다.

4월 30일, 방사성 피폭량이 200밀리시버트를 초과하는 원전 작업자 2명이 발견된다(비상시 피폭 한도량은 250밀리시버트).

5월 1일, 후쿠시마 현 내 하수 처리 시설 근처의 진흙을 구워 굳힌 용해 슬러그에서 원전 사고 전에 비해 1300배의 고농도 방사성 물질이 검출된다.

5월 2일, 도쿄전력은 건물 내부로 들어가기 위한 작업을 시작한다. 방사선량이 높은 1호기 건물 내부의 방사성 물질 제거 작업을 위해 건물 외부에 필터 기능을 갖춘 환기 장치를 설치한다.

5월 5일, 도쿄전력은 사고 발생 이후 처음으로 원전 내부로 작업원을 투입한다. 이들은 1호기 내 방사선량을 측정하면서 환기용 호스를 연결하고, 공기 정화 장치에 접속하는 작업을 실시한다.

5월 6일 기준, 일본 도호쿠 대지진으로 인한 사망·실종자 수는 2만 7000명을 웃도는 것으로 집계되고 있으며, 7만 4000여 가구의 이재민이 발생한 것으로 추정된다.

5월 10일, 간 나오토 일본 총리는 텔레비전으로 방송된 기자회견에서 기존 원전 확대 정책을 폐기하고 재생 에너지와 에너지 절약을 근간으로 하는 정책으로 전환할 것이며, 후쿠시마 사태가 수습될 때까지 총리 급역을 받지 않을 것이라고 밝힌다.

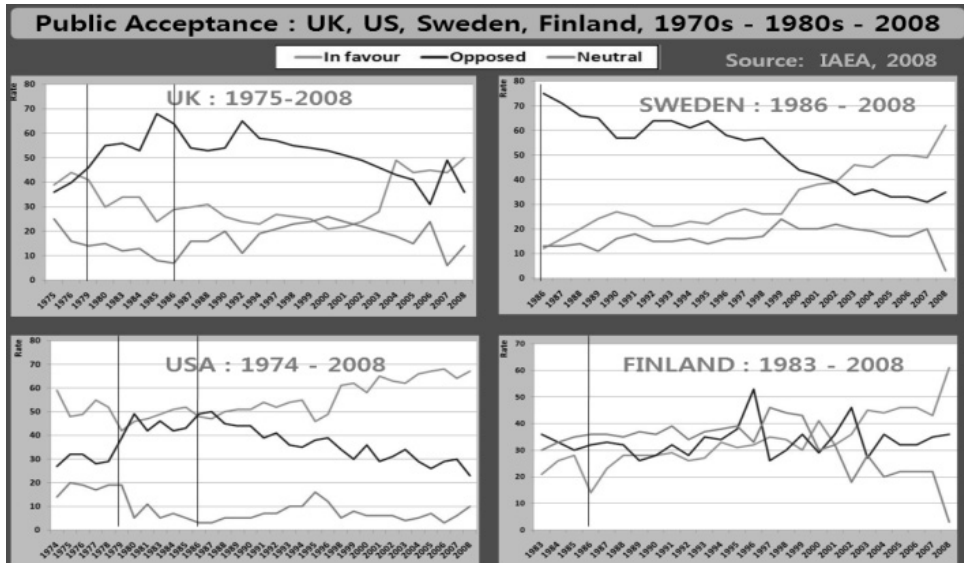
5월 11일, 원전 사고가 발생하는 경우, 한·중·일 3국이 즉각적으로 관련 정보를 공유하는 시스템을 구축하기로 했다고 10일 《요미우리 신문》이 보도한다. 또한 원전 안전 관리, 방사성 물질 관련 식품 안전기준 등을 논의하는 3국 전문가 회의가 설치된다는 내용도 한·중·일 3국 정상 회의 성명서에 포함될 것으로 전망된다. 그리고 일본 원자로 54기 중 올 여름까지 80퍼센트에 해당하는 42기의 원자로가 가동 중단될 것이라고 《아사히신문》이 보도한다.

그러나 사고 발생 1년 반이 지난 2012년 9월 현재에도 사고 수습은 갈 길이 멀다. 가장 큰 문제는 사고 원자로 내부의 정확한 상태 파악을 하지 못하고 있다는 점이다. 후쿠시마 제 1원전 1~3호기는 연료봉이 녹아내려 압력용기 바닥을 뚫고 외부로 둘러싼 격납용기 바닥으로 흘러내린 것으로 추정된다. 이 때문에 아직도 방사성 세슘이 시간당 약 1천만 베크렐(Bq)씩 흘러나오고 있어, 내부에 들어가 작업을 할 수 없다. 따라서 공업용 내시경이나 온도계 등을 통해 내부 상태를 파악

해야 하지만, 원자로의 배관이 대부분 손상되어 이 조차 쉽지 않다. 2012년 3월 2호기에 겨우 내시경을 집어넣어 냉각수 수위 등을 파악했을 뿐 13호기의 상태는 파악이 되지 않았다. 연료봉 제거와 원자로 해체 계획을 세우려면 원자로 내부 상태 파악이 필수이기에 도쿄 전력은 아직도 원자로 해체 작업의 구체적인 계획을 세우지 못하고 암흑 속에서 헤매고 있다. 그나마 사용 후 연료 저장조에 연료봉을 보관하던 4호기의 상황이 비교적 순조롭다. 지난 7월 연료봉 1535개 중 2개를 시험적으로 꺼내는 데 성공한데 이어 연료봉 제거용 크레인을 설치하기 시작했기 때문이다.<sup>18)</sup>

## 2.2.4 원자력 사고와 사회 여론의 변화 추이

원전 사업의 추진은 사회적 여론의 추이에 영향을 받게 된다. 그리고 역사적으로 원전의 사고 발생은 사회적 여론에 큰 영향을 미치는 요인으로 작용해 왔다. 아래 [그림 8]<sup>19)</sup>은 1970년대부터 2008년까지 4개국(영국, 미국, 스웨덴, 핀란드)의 사회적 수용성의 변화 추이를 요약한 것이다.



(붉은 실선:1979년 스리마일 사고 1986년 체르노빌 사고가 일어난 시기)

[그림 8] 영국, 미국, 스웨덴, 핀란드 4개국의 사회적 수용성 변화

18) 이충원, 「日 원전 사고 1년반..원자로 상황 파악 안 돼」, 《연합뉴스》, 2012.9.11

19) IAEA, 2008



이 그래프에서 원전 사고와 원전에 대한 여론 변화를 살펴보면, 두 가지 요인 사이에 일반적인 상관성이 발견되는 한편으로 국가별로 그 상관관계가 상당히 차이가 난다는 것을 확인할 수 있다.

1975년-2008년 사이 영국에서 원전에 대한 사회적 수용성의 변동 추이를 살펴보면, 1979년 TMI 원전 사고를 계기로 반대 여론이 상승하고, 중립적 여론과 찬성 여론이 감소하였음을 볼 수 있다. 그러나 1986년 체르노빌 사건의 경우 원전 반대 비율이 높던 영국의 사회적 여론이 오히려 사고 이후 감소했다가 다시 높아지는 불규칙성을 보이고 있다. 또한 2000년대 들어 반대 여론과 찬성 여론의 차이가 좁혀지고 찬성 여론이 약간 앞서는 변화를 보인 것이 특징이다.

스웨덴의 경우 1986년의 조사 시작 시점을 기준으로 2008년까지 반대 여론은 큰 폭의 감소세를 기록했다. 중립 여론과 찬성 여론은 2000년대 들어 크게 증가하는 변화를 보였다. 2002년에는 반대 의견과 찬성 의견이 서로 교차하면서 찬성 여론이 높아지는 역전세를 보인 것이 스웨덴 여론의 두드러지는 특징이다.

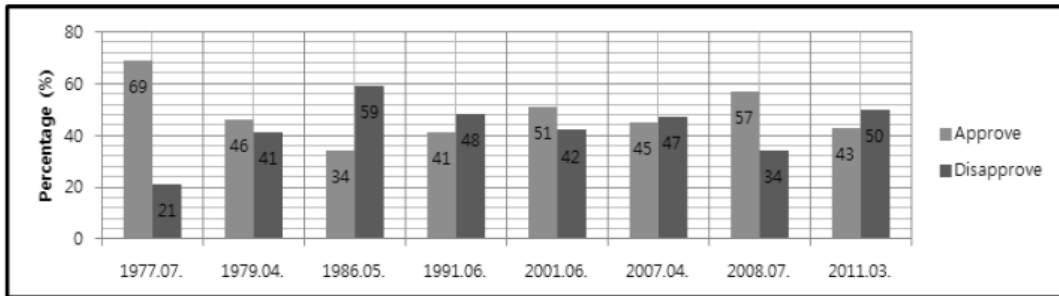
미국의 경우 1974년-2008년 기간 동안 1979년 스리마일 섬 사고와 1986년 체르노빌 사고를 기점으로 반대 여론이 찬성 여론을 앞지른 것을 제외하고는 내내 찬성 여론이 반대 여론을 앞질렀다는 특징을 보인다. 특히 1990년대 중반 이후 찬성 비율이 반대 비율을 크게 앞지르며 차이가 벌어진 것이 주목된다.

핀란드의 경우, 1983년-2008년 사이에 찬성, 반대, 중립 여론 사이에 큰 차이가 없이 혼조세를 보였다. 그리고 1996년과 2002년에 반대 여론이 찬성 여론을 앞지르는 현상이 나타났다. 2003년부터는 찬성 의견이 반대 의견과 차이를 벌리면서 찬성 쪽이 크게 앞서는 변화를 보였다.

세계에서 최초로 1956년에 콜더홀(Calder Hall) 원전 상업 발전을 시작한 영국과 1957년에 쉑핑포트(Shippingport) 상업 발전의 시험 가동에 들어간 미국은 원전 역사에 상징적 의미를 갖고 있다. 특이한 점은 영국에서는 오랜 기간 동안 대체로 반대 여론이 찬성 여론을 크게 앞지른 반면, 미국에서는 스리마일 사고와 체르노빌 사고의 특정 시기를 제외하고는 찬성 여론이 반대 여론을 크게 앞지르는 경향을 보였다는 사실이다. 한편 스웨덴은 위의 4개국 중에서 오랫동안 원전 반대 여론이 가장 높았고, 2002년 이후로 갈수록 찬성이 반대를 압도하고 있다. 이들 4개국의 여론 변화를 살펴보면 국가별로 에너지 환경의 변화와 에너지 정책 등이 사회적 여론의 구성에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 추정된다.

또한, 1977부터 2011까지의 원전 추가 건설 찬반 여론조사(〔그림 9〕20)를 살펴보면 1979년(스리마일 섬 원전 사고), 1986년(체르노빌 원전 사고), 2011년(후쿠시마

원전 사고)에 발생한 원전 사고로 인해 사회적 여론이 급격히 반전된 것을 알 수 있다.



[그림 9] 원전 추가 건설 찬반 여론조사(1977-2011)

20) CBS News, Poll: Support for new nuclear plants drops, 2011.03.22.

# 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력에 대한 사회 인식 변화

## 3

### 3.1 그린피스의 후쿠시마 사고 보고서 요약<sup>21)</sup>

다음은 후쿠시마 사고 이후 1년이 되는 지난 시점에서 그린피스가 사고의 배경과 원인, 수습 대책 등에서 드러난 여러 가지 문제점을 분석한 보고서의 내용을 요약한 것이다. 세계적으로 활발한 환경 운동을 벌이고 있는 입장에서 비판적으로 분석한 보고서라는 점을 고려하더라도 원전 산업에 대한 사회적 수용성을 증진하고 신뢰를 얻기 위해서는 심각하게 고려해야 할 요인을 제시하고 있다고 보아 간단히 내용을 요약하면 아래와 같다.

- 후쿠시마 원전 사고의 주된 원인은 원전 산업에 대한 정치적 영향과 원전 산업계 주도의 안전규제 수립으로 인해 빚어진 제도적 실패의 결과이다.
- 실제로 원자력이 내포하고 있는 위험요소를 제대로 인지하지 못하는 기술위험 사회에서의 제도적 실패이다.
- 원자력 에너지와 관련된 적합한 안전 기준 제정과 실행에서의 실패이다.
- 국민의 안전과 환경 보호 정책의 실패이다.
- 후쿠시마 원전 사고는 “원자력 안전성” 패러다임에 중지부를 찍게 된 사건이다.
- 원자력 기술을 통제하고 원자력 사고로부터 사람들을 보호해야 할 기관·조직의 근본적인 제도적 결함이 드러난 사건이다.

21) Tessa Moris-Suzuki, David Boilley, David McNeill, Arnie Gundersen, Fairwinds Associates), 「후쿠시마의 교훈 요약본(Lessons from Fukushima executive summary)」, 그린피스 국제본부(greenpeace.org), 2012.02

### 3.1.1 원자력 안전성 패러다임의 종식

- “원자력 에너지의 안전성”이란 실제 세계에서는 성립되지 않는다.
- 원자로는 태생적으로 예측 불가능한 위험요소를 내포하며 이런 위험들은 예측할 수 없다.
- 원자로는 불시에 발생할 수 있는 기술적 에러, 인간의 실수, 자연재해 등의 조합에 의해 급격히 통제 불능의 상태로 전개될 수 있다.
- 안전하게 관리한다고 하는 모든 안전장치가 순식간에 무너졌다.
  - 제 1호기 원자로의 냉각기능 정지 후 24시간 이내에 발생한 수소 폭발로 방사선의 대기 유출을 막던 방벽이 붕괴되었다.
  - 원자력 산업계는 후쿠시마 사고 같은 대형 사고는 실제로 발생 가능성이 매우 적으며, 원자로 노심 용해 확률은 250년에 한 번 꼴이라고 주장하나, 이는 틀린 가설이다. 실제 발생 건을 기준으로 산정한 결과 원전 사고 빈도는 더 잦았고, 상당한 규모의 원전 사고가 약 10년에 한 번 꼴로 발생했다.
  - 후쿠시마 사고 같은 상황은 일본에만 국한되는 것이 아니라 다른 나라에서도 발생할 수 있는 일이다.<sup>22)</sup>
  - 일본의 원자력 산업 규제 및 관리의 취약점은 시스템 내부에 숨어 있던 것이 아니라 이들 결합에 대해 지난 수십 년간 이미 인지하고, 경고를 해왔으나 시정되지 않았다. 그래서 비상사태로 번져 큰 피해를 입은 것이다.

### 3.1.2 비상계획의 실패<sup>23)</sup>

- 정부의 잘못된 예측 발표, 계속된 대피 공지 수정으로 국민의 방사선 노출 피해가 더 커졌다.
  - 2011년 3월 12일 기자회견에서 일본 관방장관은 “문제의 원자로가 많은 양의 방사능을 유출하는 일은 없을 것이며, 원전 사고 반경 20km 밖의 사람들은 영향을 받지 않을 것”이라고 오도했다. 그로부터 2주일 후, 일본 정부는 원전 사고 지점으로부터 반경 20~30km 내 거주자에게 자발적 대피를 요청했다. 그

22) 호주국립대 아시아태평양학부 일본역사학과 교수, 국제인권정책이사회 회원 테사-모리스 스즈키가 그린피스가 보고서 서론 부분에 기록한 내용

23) 프랑스 비정부단체 ACRO의 수장 데이비드 보일 리가 보고서 제 1장에 기록한 내용

리고 4월 말에는 정부가 대피 대상지역을 반경 50km로 확대했다. 추후 발표된 정부의 데이터는 최악의 경우 대피지역이 사고지점으로부터 반경 250km (동경 및 기타 거주지역)를 포함했을 수도 있다고 보았다.

- 방사성 낙진 패턴을 예측하는 특수 소프트웨어를 잘못 썼다. 그 결과 오히려 방사능 유출이 더 많은 곳으로 대피하도록 안내하는 오류를 범했다. 방사성 구름이 이동하는 경로 상에 위치하는 것으로 예측된 학교를 임시대피소로 지정하는 오류를 범했다. 사고 발생 초기에 작성한 방사성 낙진 관련 시나리오는 원전 사고 대처 방안에 대한 정책 의사 결정을 맡고 있던 총리실에 전달조차 되지 않았다.
- 재난 대비 취약계층 대피 절차에도 잘못이 있었다. 병원 직원이 대피하면서 440명 환자 중 45명이 사망했고, 보호자가 없이 90명 이상의 노인이 방치되었다. 의사와 간호사가 방사능 오염에의 노출을 피해 업무를 중단함에 따라 의료 서비스가 중단되었다.
- 옥내 대피 즉 방사능 노출을 피하기 위해 집안에 머물도록 권고하는 조치는 후쿠시마 비상사태처럼 막대한 양의 방사능이 유출된 경우는 적어도 10일간 가택 내에서 대피하도록 해야 했다. 그 기간 동안 식량, 연료 등의 확보가 문제였고, 운전기사, 간호사, 의사, 사회복지사, 소방관 등 특수직업 종사자가 작업을 하지 않아 여러 가지 문제가 발생했다.
- 원전 비상사태가 벌어진 이후 국제적 권고 기준보다 높은 방사선 기준으로 방사능 오염이 심각해졌고, 피해 상황 판단과 규모 예측에 실패했고, 돌발 비상사태에 정부가 특히 초동 대응에 실패했고, 당황하는 모습을 보였다. 방사선 수치 측정과 심사를 위한 정부 프로그램이 불충분한 것으로 드러났고, 그로 인해 국민의 신뢰를 잃고 막대한 경제적 손실을 초래했다. 또한 사후처리에서 오염 제거 프로그램의 실효성, 비용, 부작용 문제 등이 계속 불거져 나왔다.

### 3.1.3 원전 사고 처리에서의 책임의식 부재<sup>24)</sup>

- 원전 사고 피해에 대한 책임 및 보상 관련 일본 법령 체계와 내용상의 허점을 드러냈다.
  - 제 3자에게 발생한 피해에 대해 원자력 발전소의 원자료를 가동하는 사업자

24) 고등교육연대기 일본특파원, 인디펜던트 앤 아이리쉬 타임즈 기자 데이비드 맥닐(David McNeil) 박사가 보고서 제 2장에 기록한 내용

(동경전력 TEPCO)의 책임에 상한선을 두지 않는다고 규정하고 있으면서, 보상의 시기와 방법에 대한 구체적 규칙과 절차에 관한 내용이 들어있지 않다. 또한 적격 보상 대상자에 대한 언급도 없다.

- TEPCO의 책임 이행 의무 회피가 문제인데 관련 항목은 아래와 같다.
  - 원전 사고로 큰 피해를 입은 원전 피해자와 사업체에의 보상 회피
  - 노출 위험을 피하기 위해 자발적으로 대피했던 사람들에게의 보상 회피
  - 오염 제거 비용 지불 의무 회피 노력
  - 이해조차 하기 어려운 신청서(약 60장)와 안내서(약 150장)를 제공으로 보상금 중도 포기자 다수 발생
  
- 피해 현황과 피해 교모는 천문학적 규모이나, 그 대부분은 납세자의 몫으로 돌아갈 것이라는 전망이다.
  - 15만 명 이상이 대피
  - 가족과 집, 지역사회, 일자리를 잃고 생활비를 2배 이상 지출하는 상황
  - 제1차 일회성 보상 지원 규모 : 13,045 달러(한화 약 1,470만원)
  - TEPCO가 시민들에게 지불한 보상 금액 : 38억 1천만 달러(한화 약 4.3조원)
  - 실제 피해보상 비용 예측 금액: 750억~2,600억 달러(한화 약 85조~293조원)
  - 피해 보상 및 제1 원전 보유 6개 원자로 해체 비용을 포함한 후쿠시마 원전 사고 소요 총 비용 : 5,000~6,500억 달러(한화 약 564조~733조원)

### 3.1.4 제도적 실패의 전형을 보여주는 총체적 실패<sup>25)</sup>

- 시민의 안정성 보장 의무를 지는 일본 공공기관과 TEPCO 간에 “어느 정도는 허용된 눈속임”이 존재하고 있었다.
- 원자력 산업 규제 관련해서 정치적 영향력이 과도하게 개입되어 있었다.
- 규제 대상 산업에 대해 규제를 제정하는 주도권이 주어져 있었다.
- 원전 사고의 위험성에 대해 간과하고 있었다.

25) 페어윈즈 어소시에츠(Fairewinds Associates), 아니 건더슨(Arnie Gunderson)이 보고서 제3장에 기록

- TEPCO 운영의 문제점이 표면화되었음에도 규제 당국자의 재발 방지를 위한 강력 조치가 시행되지 않았다.
- 또한 규제 당국자의 수정사항 요청을 불이행하는 것을 묵인하고 넘어갔다.
- 에코 체임버(Eco Chamber) 또는 반향 효과의 전형으로서 후쿠시마 원전 비상 사태 유사한 이해관계를 가진 한정된 수의 관련 주체가 서로의 의견에 이의를 제기하지 않는 환경 속에서 자신들이 갖고 있는 믿음이 증폭되거나 심지어 미화되는 경향을 띠으로써 결속력을 가지는 조직문화가 빛은 총체적 결과로 볼 수 있다.
- 원자력 산업 진흥 노력과 규제 움직임이 독립성을 잃은 채 긴밀히 연동되어 ‘자율적 규제’ 환경을 조성이 주요원인이 되었다.
- 현실에 안주하는 태도의 징후가 포착된 것은 의사 결정자와 규제 담당자가 방사능의 위협과 위험으로부터 사람들을 보호하는 것을 일차적 목적으로 두지 않고, 원자력 산업에 대한 대중의 신뢰를 회복하는 것에 대한 우려를 먼저 표명했을 때이다. UN 산하 국제원자력기구(IAEA)도 기구 자체의 임무인 원자력 이용 촉진과 일본 정부의 정치적 이해관계를 사고 피해로부터 사람들을 보호하는 것보다 우선한다는 인상을 주었다. 2007년과 2008년 유사시의 큰 사고에 대비하는 일본 정부의 준비 정도를 조사한 결과, 견고한 규제 장치와 모범사례를 보여주고 있다고 계속 높은 평가를 하고 있었다는 사실은 국제 규제 기관의 현실에 안주하는 태도의 징후를 보여주는 것이다.

### 3.1.5 후쿠시마 사고의 교훈 : 그린피스 보고서

- 과거 모든 원전 사고의 주된 원인은 제도적 실패였다. 사고의 근본 원인은 관련 제도가 조직적 위험요소를 과소평가하고 있었고, 안전성보다 정치 경제적 이해관계를 우선시했고, 산업계와 의사 결정 주체들의 대비가 미흡했고, 책임 의식이 없는 사업 운영 환경이 조성되는 것이 용인된 결과 빚어진 사태였다.
- 그린피스 보고서는 원자력의 대안으로 적절한 비용의 재생 가능 에너지 기술을 도입할 것을 결론으로 제시하고 있다. 그 근거로는 지난 5년간 풍력과 태양력 발전소의 신규 추가된 발전 용량(230,000MW)이 같은 기간 동안 추가 건설된 원전 발전 설비 용량(10,600MW)의 22배가 된다는 사실을 들고 있다. 2011

년 한 해 동안 신규 설치된 재생 에너지 설비에 의해 원자로 16기에 해당하는 발전량을 생산할 수 있다는 것이다. 즉 원자력 산업은 침체되고 쇠퇴하고 있으며 재생 에너지 시설의 설치는 매년 성장을 거듭하고 있다는 것이다.

- 그동안의 대형 사고가 말해주듯이, 원자력은 절대로 안전을 보장할 수가 없다는 것이 반핵단체의 주장이다. 그리고 또다시 원전 비상사태가 발생할 경우 피해를 입고 고통을 받게 될 사람들을 보호할 수 있도록 원자력 산업계와 규제 당국은 맡은 바 책임을 완벽하게 이행할 수 있도록 최대한 강화해야 한다는 주장이다. 따라서 원자력 산업 운영 체계 전반에 대한 철저한 공공 감시를 강화하고 모든 과정의 투명성을 강화해야 한다는 주장과 함께 가능한 한 빠른 시일 내로 위험한 원자력 사용의 단계적으로 중지해야 한다는 주장이다.

## 3.2 후쿠시마 원전 사고 이후 국제 여론 동향

### 3.2.1 윈-갤럽 인터내셔널: 국가마다 후쿠시마를 전후한 원전 지지율 변화에 차이

후쿠시마 원전 사고 이후 다양한 곳에서 여론 조사 결과가 발표되었다. 그 중 하나는 세계적인 여론 조사 기업인 WIN-갤럽 인터내셔널(WIN-Gallup International)로서, 2011년 3월 21일부터 4월 10일까지 47개국의 3만4천 명을 대상으로 여론 조사를 실시했다. 설문 조사 내용은 후쿠시마 원전 사고 이전과 이후 원자력에 대한 이미지 변화에 초점을 맞추었다. 국가 별로 평균 5백~1천 명이 참여했으며, 갤럽 코리아를 비롯한 각국의 47개 기업이 공동으로 참여했다. 조사 방식은 주로 전화나 직접 설문 방식으로 이루어졌다(이하 갤럽).<sup>26)</sup>

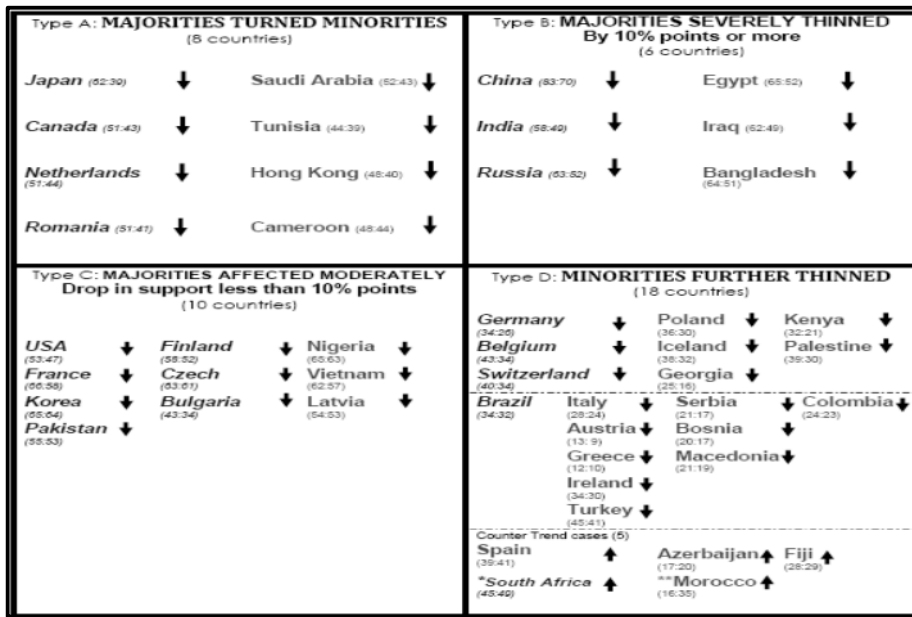
갤럽에서 후쿠시마 원전 사고 이후 “전력 공급원으로 원자력 에너지를 이용하는데 찬성하느냐, 반대하느냐”라는 질문으로 여론 조사를 실시한 결과 원자력에 대한 여론은 대체로 동아시아와 동유럽에서 우호적이고, 프랑스를 뺀 서유럽에서 비우호적으로 나타났다. 자국 원전에서 사고가 일어날 가능성을 묻는 질문에 불안감을 표시한 응답 비율은 중국이 81%로 세계에서 가장 높았다. 그러나 그 반면에 원전 이용을 찬성한 비율이 제일 높았던 나라도 역시 중국이었다.

26) L. S. Gilani, R. Shahid, Japan Earthquake Jolts Global Views on Nuclear Energy, 2011. 4. 15.



국가별로도 원자력 에너지 지지율의 감소 정도가 서로 달랐는데, 이러한 결과가 나온 데에는 사회경제적, 문화적 요인이 작용한 것으로 분석된다. 예컨대, 프랑스나 동아시아에서 원자력은 국가적 긍지와 연결되어 있다. 구소련에서 독립된 다수의 동유럽 국가는 러시아의 석유와 가스에 대한 의존도를 줄이기 위해 원자력을 적극 추진하는 경향을 띤다.<sup>27)</sup>

[그림 10]<sup>28)</sup>는 갤럽의 설문 결과에 따라 후쿠시마를 전후한 원전 지지율 변화 양상에 의해 각 나라를 분류한 결과이다.



(붉은색으로 표시된 국가는 현재 원전을 가동 중인 국가)

[그림 10] 후쿠시마 이전과 이후 각국 원전 이용 찬성 비율 변화

이에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

- 유형 A: 원자력 에너지 이용에 대해서 찬성 여론이었다가 사고 이후 여론 조사에서 원자력 에너지 이용의 반대 여론이 앞서는 것으로 바뀐 나라. 후쿠시마 사고를 직접 겪은 일본 등이 포함
- 유형 B: 사고 후에도 원자력 찬성 여론이 우세하지만, 그 비율이 10% 이상

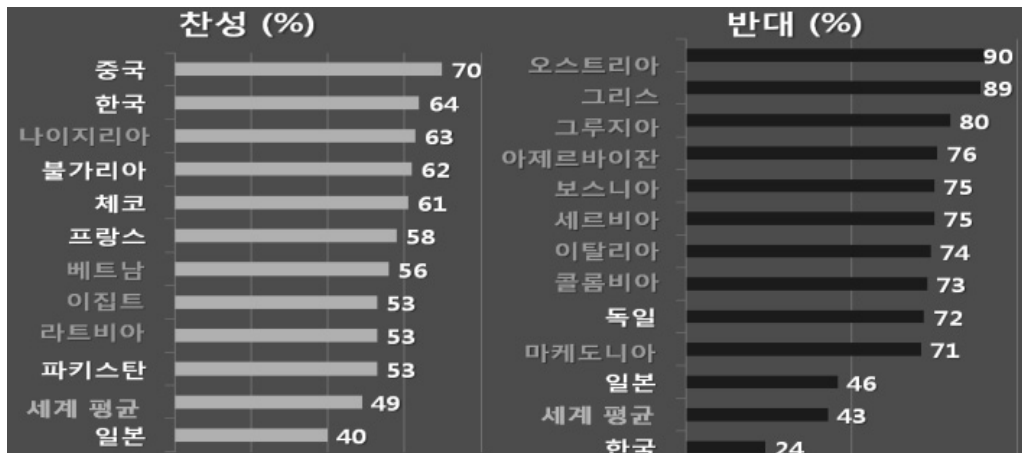
27) 조홍섭, 「환경뉴스」 한국 원전 찬성, '일본 참사' 이후에도 그대로, 《한겨레》, 2011. 4. 20.

28) L. S. Gilani, R. Shahid, "Japan Earthquake Jolts Global views on Nuclear Energy", 2011. 4. 15. 5쪽

### 감소한 국가

- 유형 C: 사고 후에도 원전 찬성 입장이 우세하며, 그 감소폭도 10% 미만인 국가. 우리나라의 경우 특히 후쿠시마 사고 이전 찬성 비율(65%)과 사고 후 찬성 비율(64%)이 거의 비슷<sup>29)</sup>
- 유형 D: 사고 전 원자력에 반대하는 입장이 우세했으며, 사고 후에는 반원전 여론이 더 높아진 국가. 독일, 스위스 등 탈원전 입장을 발표하거나 원전을 운영하지 않는 많은 수의 국가들이 이 그룹에 포함
- 여론이 반전된 경우: 스페인, 남아공을 포함한 다섯 국가에서는 사고 이전보다 원자력 에너지 이용에 찬성하는 비율이 오히려 증가

위의 여론조사<sup>30)</sup>에서 흥미로운 결과는 원전 찬성 비율이 높은 국가의 상위권 10개국은 대부분 현재 원전을 운영하고 있거나 원전 계획이 있는 국가(베트남, 이집트)로 나타났다는 사실이다. 반대로 원전 반대 비율이 높은 국가 상위권 10개국은 현재 원전이 없거나, 독일처럼 탈 원전을 선언한 국가였다[그림 11]<sup>31)</sup>. 이러한 경향은 다른 여론조사 결과에도 드러나며, 각 국가의 원전 정책과 수용성의 긴밀함을 보여주는 증거이기에 중요하게 다루어질 필요가 있다.



(위 표에서 분홍색으로 표시된 국가는 원전을 운영하지 않고 있는 국가이다.)

[그림 11] 원전 이용에 대한 찬성/반대 비율

29) 그림에도 한국 응답자의 63.6%가 방사능에 의한 국내 피해가 염려된다고 대답했다.

30) 세계 47개국 3만 4000명 대상, 3월 21일~4월 10일, 원-갤럽 인터내셔널

31) L. S. Gilani, R. Shahid, "Japan Earthquake Jolts Global views on Nuclear Energy", 2011. 4. 15. 5쪽

### 3.2.2 아사히 신문 여론 조사 : 후쿠시마 사고 전후로 시기별 원전 찬성 비율 변화

일본 아사히 신문(이하 아사히)도 후쿠시마 원전 사고 이후 세 차례에 걸쳐 원자력 이미지에 대한 여론 조사를 실시했다. 첫 번째 조사는 2011년 4월 16~17일에 자국 내에서 실시했고, 두 번째와 세 번째 여론조사는 각각 5월 14~15일, 21~22일에 일본, 독일, 미국, 한국 등 7개국을 대상으로 실시했다. 설문에는 각 국가마다 1천~2천 명이 참여했다.<sup>32)</sup>

[그림 12]<sup>33)</sup>는 7개국 국민의 사고 이전과 이후의 원전에 대한 찬반 비율을 보여주는 여론 조사 결과이다. 이 조사에서 원자력에 대한 지지도는 특히 지역별로 큰 차이를 보였다. 원전 확대 정책을 펼치고 있는 미국(찬성 55%, 반대 31%)과 프랑스(51%, 44%)에서는 찬성 여론이 다소 우세했다. 그러나 사고 피해 국가인 일본(34%, 42%)과 탈원전 국가인 독일(19%, 81%)에서는 반대 의견이 찬성보다 앞섰다. 이는 갤럽의 여론조사에서 도출된 결과와 상통하며, 원자력 정책이 국민 수용성에 영향을 미치고 있음을 시사한다.



[그림 12] 후쿠시마 전과 후의 원전 찬반 여론 (2011년 5월 기준)

또한 후쿠시마 사태 이후 원자력에 대한 반대 여론이 급증하는 양상을 보였다. [그림 12]의 오른쪽은 후쿠시마 사태 이전과 이후의 반대 여론 추이를 나타낸 것

32) 「Nuclear power opponents increase in 7 countries」, 《The Asahi Shimbun English Web Edition》, 2011. 05. 26. 임지옥, 「한국의 원전 반대, 찬성 앞질렀다.」, 《뉴스앤뉴스》, 2011. 5. 26.

「原発反対、日独中韓で増 日本は初めて多数に 世論調査」, 《朝日新聞》, 2011. 5. 26.

33) 「原発反対、日独中韓で増 日本は初めて多数に 世論調査」, 《朝日新聞》, 2011. 5. 26.

이다. 탈 원전 정책을 강조한 독일과, 사고 발생국이자 피해국인 일본, 그리고 그 주변 국가들의 반대 여론이 급증했음을 알 수 있다.

일본의 원전 사고 관련 정보 은폐에 대한 불만도 높았다. 특히 일본과 이웃한 한국에서는 89%가 '일본이 사고 관련 정보를 적절하게 내놓지 않고 있다'라고 응답했다. 한편 원전 가동국은 전반적으로 국내의 원전 사고를 우려하는 목소리가 높았다. 한국(82%), 러시아(80%), 프랑스, 독일, 중국(70% 이상) 등의 순으로 자국내 원전 사고의 가능성을 우려하는 것으로 나타났다.

원전의 추가 건설에 대해서는 독일을 제외한 대부분의 국가에서 현 수준을 유지하는 것이 바람직하다고 답변했다. 원전 정책을 펼치고 있던 미국과 중국에서는 32%가 원전 건설을 계속해야 하는 것으로 보았다. 반면, 일본에서는 원전 가동을 중지시키고 감소해야 한다는 여론이 1차 조사(4월 중순, 41%)에 비해 11%포인트 증가(52%)했다.

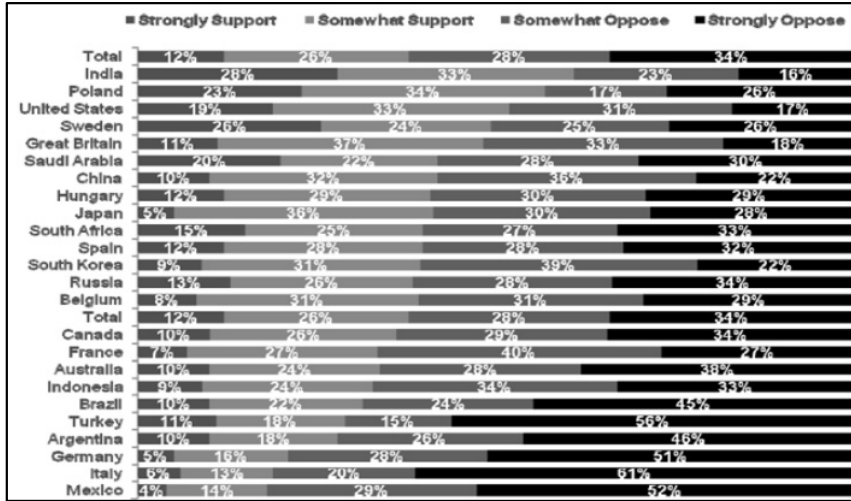
아사히신문은 2011년 6월 11~12일 재차 전화 여론 조사를 통해 일본 국민의 원전 정책 여론을 조사하였다. 5월에 조사했던 [그림 12]의 일본의 원전 찬반 데이터(찬성 34%: 반대 42%)와 마찬가지로 이 결과에서도 원자력 발전의 이용을 찬성하는 쪽(37%)보다 반대하는 쪽(42%)이 다소 우세했다. 주목할 점은 원자력의 이용을 찬성하는 이들 가운데서도 순차적인 원자력 정책 폐기를 지지하는 비율(63%)이 절대 다수를 차지했다는 것이다.

### 3.2.3 입소스(Ipsos)<sup>34)</sup> 여론 조사: 원전 반대자들의 1/4 후쿠시마에 영향

입소스(Ipsos)와 로이터 통신이 2011년 4월에 설문조사를 실시하여 6월 20일에 공동 발표한 자료가 있다. 이 설문조사는 미국과 캐나다는 18세-64세, 그 외 다른 국가들은 16-64세 일반인 18,787명의 성인을 대상으로 실시되었다[그림 13]<sup>35)</sup>.

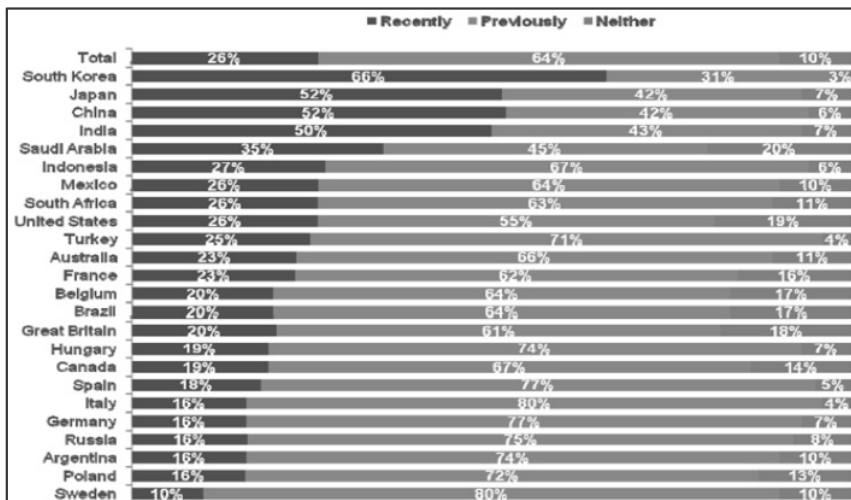
34) Ipsos(market research의 매출 시장 세계 5위 기업), 2011. 6. 20: 이 조사는 4월 6일부터 21일까지 미국, 일본, 영국, 독일 등 24개국의 18,787명을 대상으로 각국 별로 5백~1천 명의 참가자에 대한 설문 조사를 요약한 것이다

35) 입소스((Ipsos Online Panel System), 2011.06



[그림 13] 후쿠시마 원전 사고 이후 세계 24개국의 원전에 대한 의견 여론 조사 (2011.05.06.~05.21)

설문조사에서 주목할 만한 것은, 원전에 반대하는 사람들 중, 4분의 1이 넘는 수치인 26%가 일본의 후쿠시마 원전 사고에 영향을 받았다고 답했다는 점이다. 특히 일본과 가까운 한국과 중국 등 아시아에서 이러한 답변이 차지하는 비율이 큰 것을 확인할 수 있다[그림 14].



[그림 14] 원전에 반대하는 사람 중에서 후쿠시마 원전 사고에 의해 영향을 받은 비율

후쿠시마 사태로 인해 원자력에 대한 지지도가 다른 발전원에 비해 크게 떨어지며<sup>36)</sup> 설문 응답자의 38%만이 원자력을 지지한다는 반응을 보였다. 이 수치는 태양광(97%), 풍력(93%), 수력(91%), 천연가스(80%), 석탄(48%) 등에 비해 크게 뒤지는 것이다. 특히 독일(21%), 이탈리아(19%), 멕시코(18%) 등에서 원전 지지도 하락 정도가 컸다. 그러나 위와 같은 결과를 분석하기에 앞서 설문 조사에 참여한 사람들이 재생 에너지의 특성에 대해서 얼마나 정확히 파악한 상태에서 원자력과 비교해 답변을 했는가에 대한 정보가 없음을 상기할 필요 또한 있다.

설문 조사에 참여한 사람들 가운데 69%는 후쿠시마 사고를 계기로 예측 불허의 사고에 원자력이 얼마나 취약한가를 깨닫게 되었다고 답했다. 그리고 73%가 원자력을 앞으로 사라질 에너지로 생각한다고 답했다. 27%만이 원전의 한계에도 불구하고 장기적인 에너지 대안으로서 원자력이 지속될 가능성이 있다고 보았다. 이 조사에서 흥미로운 결과는 후쿠시마 사태가 발발한 일본에서 45%의 비중으로 원전의 장기 운용을 지지하고, 71%가 원전 설비의 개선을 지지했다는 것이다. 이는 에너지 부족 국가인 일본의 자원 환경에서 비롯된 현실적인 답변이라는 것이 입소스 부사장 H. Wallard 의 해석이다.

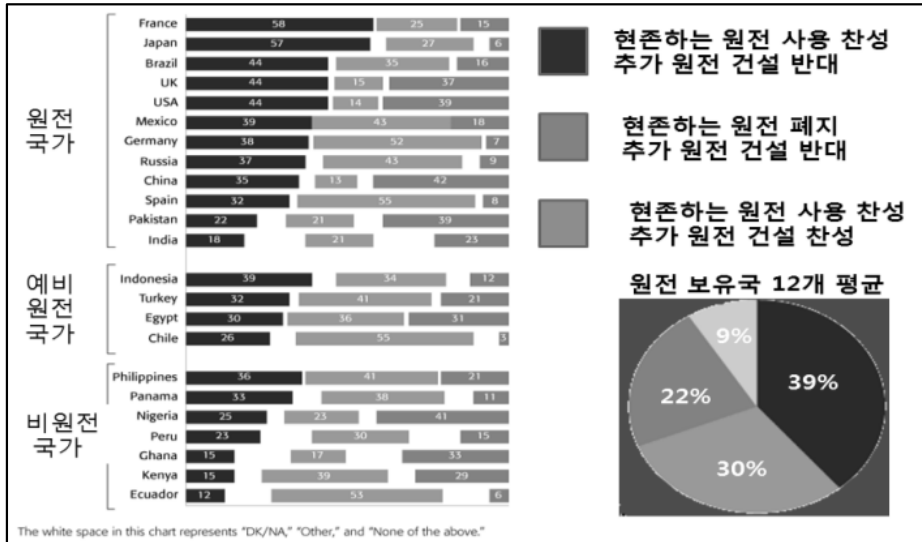
일본 정부의 사고 대응 능력에 대해서는 국가별로 반응이 다양했다. 시기가 적절했다(신속성-56%)는 의견과 정직했다(투명성-54%)는 의견이 지역에 따라 큰 차이를 보였다. 가장 비판적인 입장을 보인 국가는 한국(신속성. 투명성-17%. 17%), 일본(28%. 23%), 독일(36%. 25%) 순이었다. 반면, 인도(87%. 90%), 사우디아라비아(86%. 80%), 인도네시아(89%. 89%) 등은 일본 정부의 대처 능력을 우수했다고 평가했다. 이처럼 일본 정부의 대처 능력에 대해 조사 대상 국가 간 인식 차이가 컸다는 점은 주목할 필요가 있다.

그 중 한국에서 일본에 대한 평가가 가장 박했다는 조사 결과에 대해서 한국과 일본의 과거사 때문에 한국인의 반일 감정이 작용한 것이라는 해석도 나왔다. 그러나 그 해석은 한국인 스스로 자국의 국정 운영에 대해서도 기준이 상당히 높다는 것을 알지 못하는 편견으로 보인다.

36) Henri Wallard, 「Sharp World Wide Drop in Support for Nuclear Energy as 26% of New Opponents Say Fukushima Drove Their Decision」, Ipsos Global @dvisory, 2011. 6. 20.  
 뉴스속보부, 「日 후쿠시마 사고 후 원자력 선호도 급락」, 《매일경제》, 2011. 6. 23.

### 3.2.4 BBC World Service Poll<sup>37)</sup>: 현존하는 원전 폐지에 대해 원전 보유국과 미보유국 간 의견 차이

후쿠시마 사고 이후, BBC world service poll에서 2011년 7월 3일부터 같은 해 9월 16일까지 전 세계 23개국 23,231명을 대상으로 원자력 발전에 대한 의견을 조사하였다[그림 15].



[그림 15] 후쿠시마 이후 세계 23개국의 원전 반대 여론 조사 결과

조사에 참여한 23개국의 전체 평균을 보면, 현존하는 원전의 사용은 찬성하지만 신규 원전의 건설은 반대한다는 의견이 33%, 현존하는 원전의 운영과 신규 원전의 건설 모두 찬성 또는 반대 한다는 의견이 각각 21%와 33%로 집계되었다.

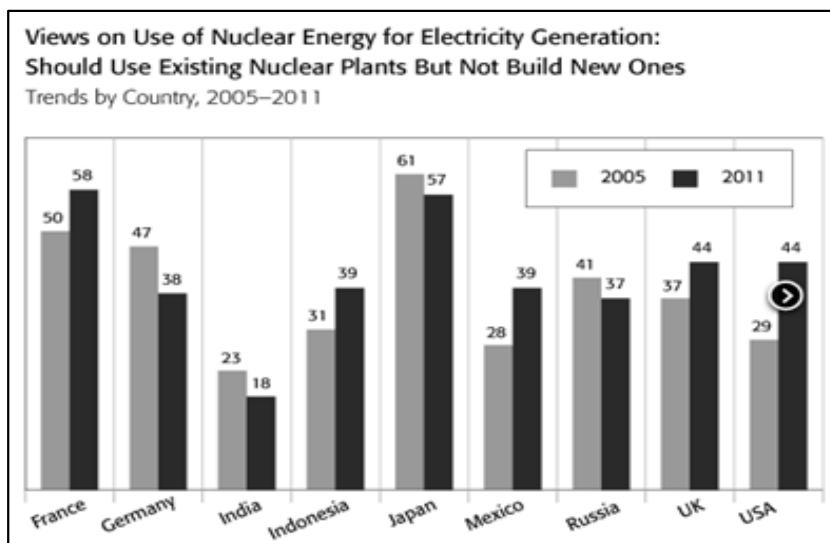
먼저 원전을 보유하고 있는 국가인 프랑스, 일본, 브라질, 영국, 미국, 멕시코, 독일, 러시아, 중국, 스페인, 파키스탄, 인도 이하 12개국의 경우 평균적으로 봤을 때 현존하는 원전의 운영은 찬성, 신규원전의 건설은 찬성 혹은 반대한다는 의견이 합쳐서 61%로 원전 건설 예정 국가나 원전을 보유하고 있지 않은 국가들에 비해 높게 나타났다. 그러나 멕시코, 독일, 러시아, 스페인의 경우 현존하는 원전, 신규 원전 건설계획 모두 폐지해야한다는 의견이 각각 43%, 52%, 43%, 55% 로 높

37) Globescan, Opposition to Nuclear Energy Grows: Global Poll, 2011.11.25.

게 나왔다. 원전 건설계획을 갖고있는 인도네시아, 터키, 이집트, 칠레 이하 4개국의 경우 현존하는 원전, 신규 원전 건설계획 모두 폐지해야한다는 의견이 평균 42%로 원전미보유국가들, 원전미보유국가들에 비해 높게 나왔다. 또 원전미보유국인 필리핀, 파나마, 나이지리아, 페루, 가나, 케냐, 에콰도르 이하 7개국의 경우 근소한 차이지만 현존하는 원전의 가동, 신규 원전 건설계획 모두 찬성한다는 의견이 23%로 가장 높게 나왔다.

원전에 대해 가장 우호적인 국가는 미국, 영국, 중국, 파키스탄, 나이지리아로 집계되었고, 가장 반대적인 국가는 칠레, 에콰도르, 스페인, 독일, 러시아, 멕시코, 터키로 집계되었다.

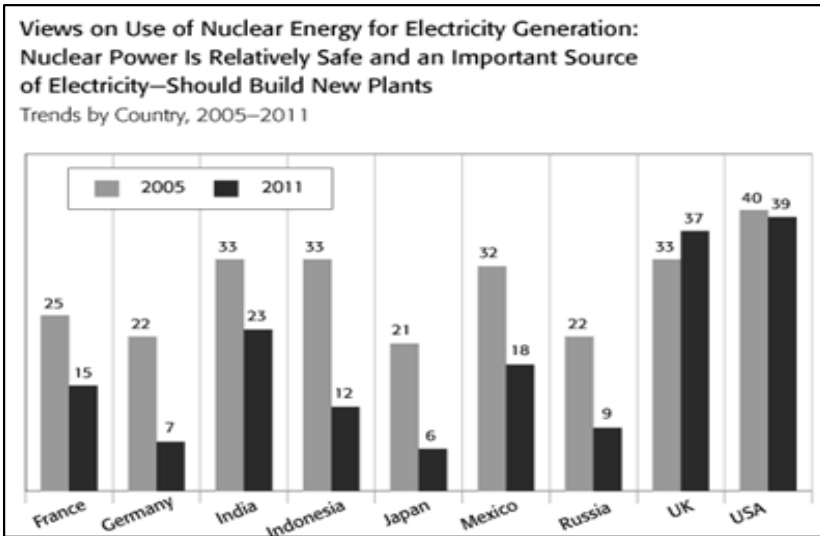
2005년도와 2011년도에 조사한 자료를 비교해보면 현존하는 원전운영에는 찬성하지만 신규 원전건설에는 반대한다는 의견이 프랑스, 인도네시아, 멕시코, 영국, 미국에서는 증가하였고, 독일, 인도, 일본, 러시아에서는 감소하였다[그림 16].



[그림 16] 현존 원전 사용 찬성, 추가원전 건설 반대 (2005 vs 2011)

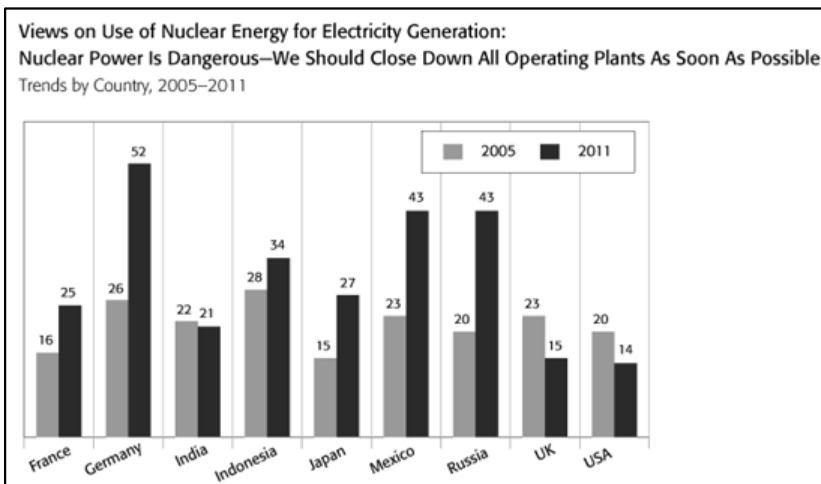
현존하는 원전 운영, 신규 원전 건설 모두 찬성한다는 의견은 영국을 제외한 프랑스, 독일, 인도, 인도네시아, 일본, 멕시코, 러시아, 미국 모두 시간이 지남에 따라 감소하였다[그림 17].





[그림 17] 현존 원전 운영과 신규 원전 건설 찬성 (2005 vs 2011)

현존하는 원전운영, 신규 원전 건설 모두 반대한다는 의견은 시간이 지남에 따라 프랑스, 독일, 인도네시아, 일본, 멕시코, 러시아에서는 증가하였고, 인도, 미국, 영국에서는 줄어들었다[그림 18].



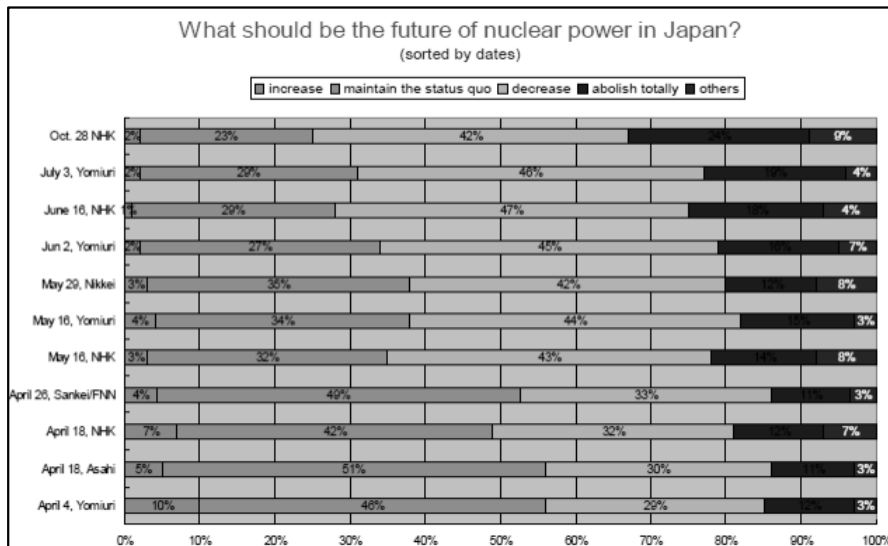
[그림 18] 현존 원전운영과 신규 원전 건설 반대 (2005 vs 2011)

결과적으로 보면, 원전을 보유한 국가들에서는 신규 원전 건설은 반대하지만 현재 전력수요를 감당하기 위해서 현존하는 원전의 가동은 찬성한다는 의견이 많았

고, 원전을 보유하지 않은 국가들과 신규 원전 건설을 계획하고 있는 나라들에서는 두 안에 모두에 대해 반대한다는 의견이 가장 많았다. 이 역시 갤럽의 조사 결과와 상통하며, 조금 더 구체화 된 결과이다.

### 3.2.5 일본의 여론 동향

후쿠시마 원전 사고 이후, 여러 대중 매체 기관에서 일본 국민을 대상으로 한 원전에 대한 설문조사가 이루어졌다. [그림 19]<sup>38)</sup>은 2011년 4월부터 10월까지 NHK, 요미우리(Yomiuri), 니케이(Nikkei), 아사히(Asahi), Sankei/FNN에서 실시한 여러 설문 조사를 설문조사 결과를 날짜 별로 정렬한 것이다. 설문 조사 실시 기관마다 약간의 차이를 보이고 있긴 하지만 대체적인 경향을 살펴보면, 후쿠시마 원전 사고 이후 시간이 지날수록 일본의 원전을 늘리거나 유지해야 한다고 답하는 비율이 줄어들고 있음을 확인할 수 있다. 이와는 반대로 원전을 줄이거나 완전히 없애야 한다고 생각하는 사람들의 숫자가 점점 늘어나고 있다. 후쿠시마 원전 사고가 일본 국민의 여론에 큰 영향을 끼쳤으며, 그 영향이 사건이 경과할수록 커지고 있음을 알 수 있다.



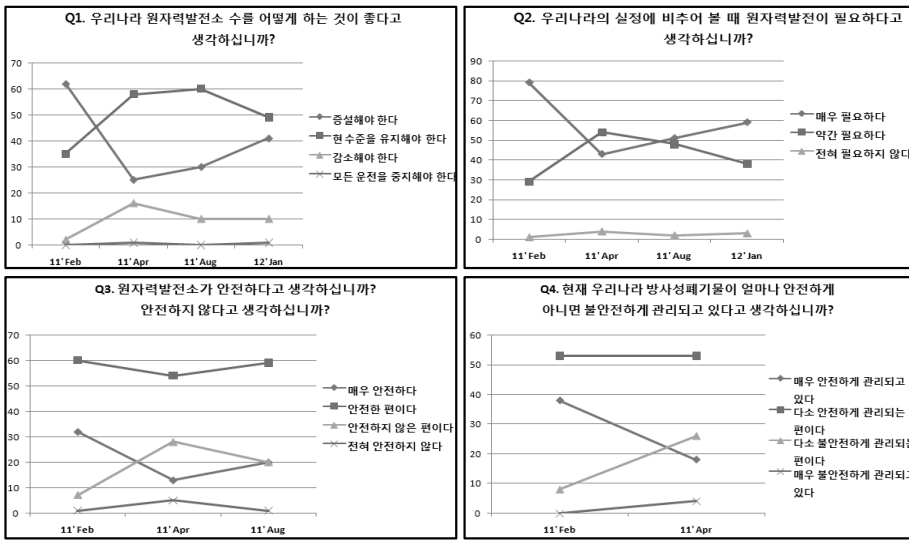
[그림 19] 후쿠시마 원전 사고(2011년 3월 11일) 이후 일본 국민의 원전에 대한 여론 경향

38) Department of International Affairs, JAIF

### 3.3 후쿠시마 원전 사고 이후 국내 여론 동향

#### 3.3.1 한국원자력문화재단 여론 조사

우리나라의 한국원자력문화재단에서는 매 월마다 원자력 발전에 관련한 질문을 선정해, 그에 대한 설문조사를 홈페이지에서 실시하고 있다.<sup>39)</sup> 설문 조사 내용은 원전의 필요성, 안전성 등에 대한 내용이 주를 이루고 있다[그림 20]<sup>40)</sup>.



[그림 20] 후쿠시마 전후의 원자력 관련 설문조사

결과 내용을 살펴보면 2011년 3월 후쿠시마 사고를 전후하여 설문조사 결과가 크게 바뀐 것을 알 수 있다. 우리나라의 원자력 발전소 증설에 관한 질문을 살펴 보면, 후쿠시마 사고 이전인 2011년 2월에는 증설해야 한다는 의견이 압도적으로 높았다. 그러나 후쿠시마 사고 이후인 2011년 4월 조사 결과, 증설해야 한다는 의견이 큰 폭으로 감소하고 현 수준을 유지해야 한다와 감소해야 한다는 의견이 크게 늘어난 것을 확인할 수 있다. 이후 2011년 8월과 2012년 1월에 설문조사 결과를 보면 전체적인 의견이 후쿠시마 사고 이전 경향으로 돌아가고 있지만, 발전소

39) 한국원자력 문화재단, 참여마당, 토론 및 설문조사(<http://www.konepa.or.kr/home/community/question-list.asp>)

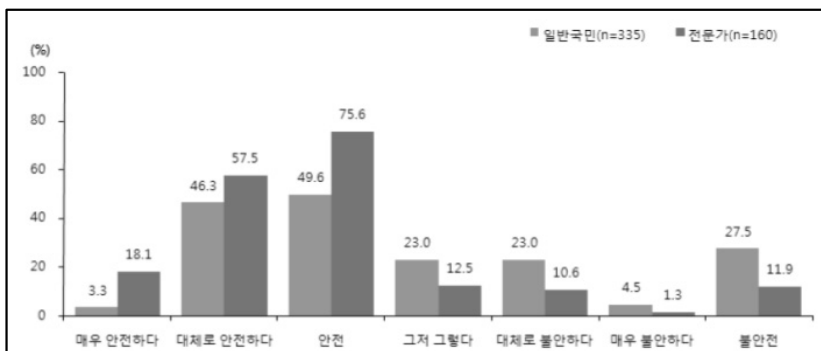
40) 한국원자력문화재단

증설 또는 감축에 대해 현 수준을 유지해야 한다는 의견과 감소해야 한다는 의견이 계속해서 높은 수준으로 유지되고 있다.

다른 질문도 마찬가지로 위의 질문과 비슷한 경향을 띄고 있다. 후쿠시마 사고 이전에는 원자력 발전소의 필요성에 대해 공감하고, 안전성에 대해서 의심하지 않는 결과를 보였지만, 후쿠시마 사고 이후, 원자력의 필요성과 안전성에 대한 여론이 크게 악화된 것을 확인할 수 있다. 그러나 한국원자력문화재단의 설문조사는, 인터넷상으로만 참여가 가능해, 다양한 계층의 설문조사 참여가 어렵고, 또 설문조사 참여시 추첨을 통해 선물을 주고 있어 선물만을 목적으로 설문조사에 참여하는 사람들이 많아 결과의 신뢰성을 보장하기 힘들다. 또한 원자력에 중립적인 기관이 아닌, 원자력 홍보 재단의 설문조사이기 때문에 신뢰도가 더욱 낮다.

### 3.3.2 과학기술정책연구원(STEPI) 여론 조사

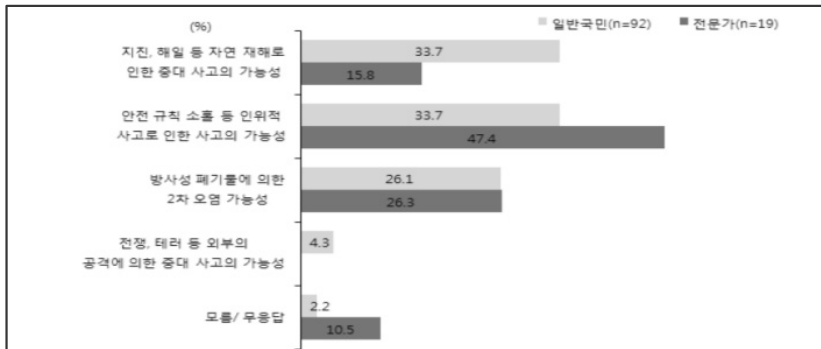
과학기술정책연구원(STEPI)이 2011년 12월에 ‘원전 관련 대국민 인식 설문조사’ 결과를 발표하였다. 설문조사는 2011년 11월에 원자력 관련 전문가 160명, 일반 국민 335명을 대상으로 실시해, 전문가 집단과 국민의 인식과 견해의 차이를 조사하였다. 결과에 따르면, 일본 후쿠시마 원전 사고 이후 우리나라 원전 안전에 대해 조사한 결과, 일반 국민은 과반수 정도(49.6%)가, 전문가 집단은 75.6%가 ‘안전하다’고 인식하였다. 또한 ‘불안하다’고 인식한 일반 국민도 27.5%로 상당하였다[그림 21].



[그림 21] 원자력 안전에 대한 인식 응답

원자력 발전에 대한 불안 원인으로 일반 국민은 ‘지진, 해일 등 자연재해로 인한 중대사고의 가능성’(33.7%)과 ‘안전 규칙 소홀 등 인위적 사고로 인한 사고의 가능성’(33.7%)을 먼저 꼽았다. 뒤이어 ‘방사성 폐기물에 의한 2차 오염 가능

성’(26.1%)으로 응답하였다. 반면 전문가 집단은 ‘안전 규칙 소홀 등 인위적 사고로 인한 사고의 가능성’(47.4%)을 가장 우선적으로 지적하였다[그림 22].



[그림 22] 원자력 발전에 대한 불안 원인

후쿠시마 원전 사고 이후 정부의 안전 진단과 안전성 향상을 위한 정부의 대응 조치에 대해 일반 국민의 의견은 ‘미흡했다’(38.2%)는 답이 ‘적절했다’(36.1%)보다 많았다. 그러나 일반 국민과는 달리 전문가 층은 ‘적절했다’(54.4%)라는 의견이 과반수를 차지하였다. 또한 정부의 원전 안전진단 결과에 대해서도 일반 국민과 전문가 의견에 차이가 나타났다. 일반 국민의 경우 ‘신뢰한다’(34.9%)와 ‘불신한다’(31.0%)라는 응답 비율이 비슷한데 반해, 전문가 집단은 ‘신뢰한다’(61.3%)라고 응답한 비율이 높았다. 정부의 원자력 발전 비중 증가 계획에 대해서는 일반국민은 46.6%, 전문가 층은 70.6%가 ‘동의한다’라고 응답하였으며, 반대한다는 의견에 있어서는 일반국민의 35.2%, 전문가는 24.4%로 일반 국민이 전문가보다 약 11%정도 더 높게 나타났다.

설문 조사 결과, 일반 국민들과 전문가들의 원전 안전에 관한 체감도가 크게 차이가 있음을 확인할 수 있다. 원자력 전문가들의 경우 원자력에 대한 이해가 큰 만큼 원자력과 정부에 신뢰가 높았지만, 일반 국민들의 경우는 원전 안전성에 대한 우려도 적지 않으며 정부에 대해서도 신뢰가 높지 않는 것으로 조사되었다.

### 3.3.3 원전 지역 주민 대상 설문조사

원전 지역 주민을 대상으로 한 설문조사에서는 안전에 대한 불안감이 더욱 심각한 것으로 조사되었다. 2011년 6월, (사)환경과자치연구소에서 부산시민 1000명을 대상으로 한 설문조사 결과를 살펴보면 ‘원전이 매우 혹은 대체로 위험하다’라

고 응답한 시민이 58.6%에 달했다. 그리고 61.5%는 고리 원전이 지진으로부터 안전하지 않다고 생각했고, 수명을 연장한 고리1호기에 대해 42.8%가 '폐쇄'를 주장한 것으로 알려졌다.

경주에서도 경주 시민을 대상으로 한 설문조사가 2011년 7월에 있었다. 월성원전·민간환경감시기구가 경주지역 20세 이상 남녀 500명을 대상으로 설문조사를 실시했고, 일본 원전 사고 전후 원전주변 주민들의 인식변화는 다음과 같다.

사고 이전에는 원전에 대해 53%가 '위험하다'고 느꼈지만 사고 후에는 89%나 되는 응답자가 '위험하다'고 응답했다. 조사 결과, 정부의 원자력 정책에 대해서도 응답자의 55%가 불만족스럽다는 반응을 보였다. 불만족 이유로는 '원전에 대한 불안감'이 28.6%, '방사능 누출시 미흡한 주민보호 대책'이 23.1%, '정부의 일방적 사업추진으로 주민 소외감'이 22.3% 순으로 나타났다. 또한 경주 시민들은 원자력발전의 필요성은 인정하지만, 원전의 추가 건설을 반대하는 것으로 조사됐다.<sup>41)</sup>

후쿠시마 사고 이후, 정부는 후쿠시마 원전 사고 직후 특별 대응팀을 구성하여 국내 원자력시설에 대한 안전점검을 실시하고, 국내 원전이 최대 예측 지진 및 해일에 대해 안전하게 설계·운영되고 있음을 확인·발표하였다. 그럼에도 불구하고 설문조사 결과 일반 국민들의 원전에 대한 불안감은 여전히 상존하며, 무시할 수 없는 비율임을 알 수 있다. 반면 원자력 전문가들에 대한 설문 조사 결과, 전문가 집단과 일반 국민 사이의 원전 안전성 체감도에는 큰 차이를 보이고 있으며, 원전 지역 주민들의 경우 원전 안전성에 대한 불안감이 더욱 심각한 것으로 조사되었다. 즉, 후쿠시마 사고가 우리나라 국민에게도 원자력에 대한 신뢰도에 큰 타격을 준 것으로 보인다. 특히, 안전에 대한 불안이 높아졌고, 후쿠시마 사고 이후 정부의 안전 조치에도 신뢰를 잃은 것으로 해석된다.

### 3.3.4 한국원자력문화재단 여론조사에 대한 분석<sup>42)</sup>

한국원자력문화재단이 (주)한국리서치와 함께 전국 그리고 원전 인근 지역의 여론 조사를 지속적으로 실시해 오는데 “2012년 5월 원자력 국민 인식 추이 조사”를 중심으로 시기별 원자력문화재단 여론조사 결과 변화 추이를 분석하면 다음과 같다.

41) 황기환, 경주시민 89%, "日 원전 사고 후 위험 인식", 경북일보, 2011.07.29.

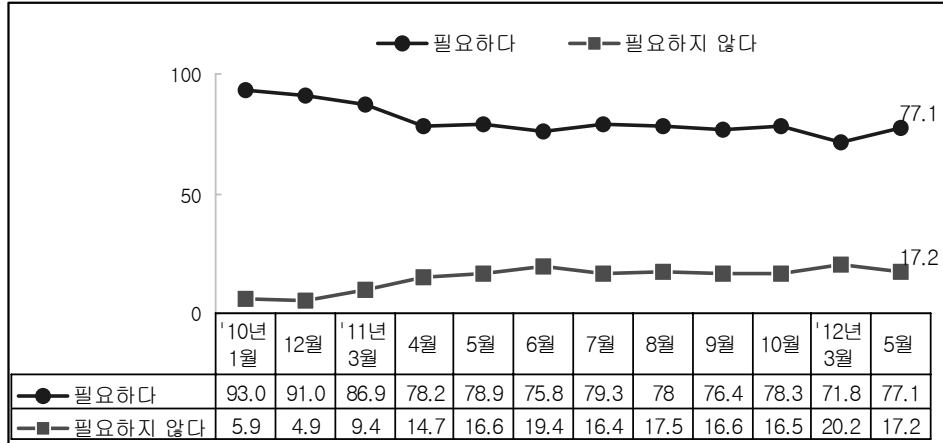
42) 유승협, 원전에 대한 수용자 인식에 따른 장단기 소통전략, 2012

## 가. 원전의 필요성과 안전성에 대한 인식

▶ 10명 중 8명 정도는 '원자력 발전이 필요하다'고 인식하는 것으로 나타났다.

문) 귀하께서는 우리나라의 실정에 비추어 볼 때, 원자력 발전이 필요하다고 생각하십니까? 필요하지 않다고 생각하십니까?

(단위: %)

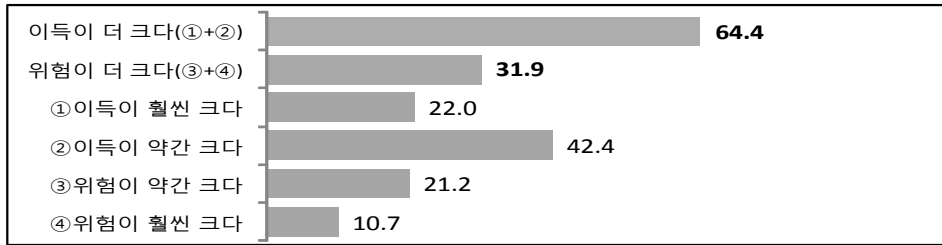


[그림 23] 원전 필요성에 대한 시기별 한국원자력문화재단 여론조사 결과

- 설문 응답자의 77.1%는 '우리나라 실정에 비추어 볼 때, 원자력 발전이 필요하다'(3월 대비 5.3%p 증가)고 응답
- 후쿠시마 사고에도 불구하고 일반 국민의 원전의 필요성에 관한 인식은 77% 이상이므로 비교적 높은 것으로 나타났다. 이는 전기의 혜택을 입는 수혜자로서 그 필요성에 공감하는 것으로 해석된다. 그러나 이러한 정도의 필요성 인식이 원전 시설 입지 지역의 정서와 부합되는지, 이런 정도의 필요성 인식이 원전을 계속해야 할 국민 지지 기반으로 평가될 수 있는지 등에 대한 논의는 별도로 진행되어야 할 것으로 보인다. 국민과 지역주민의 원전의 필요성에 대한 인식은 원전 정책 추진에 중요한 요인으로 작용하고 있기 때문이다. 특히 후쿠시마 사고 이전인 2010년 12월 인식 조사 결과는 91%였음을 주목할 필요가 있다.

▶ 일반적으로 원전에 대해 위험보다는 효용이 크다고 인식하는 것으로 나타났다.

문) 귀하께서는 원자력 발전소가 이득과 위험 중 어느 것이 더 크다고 생각하십니까?  
(단위: %)



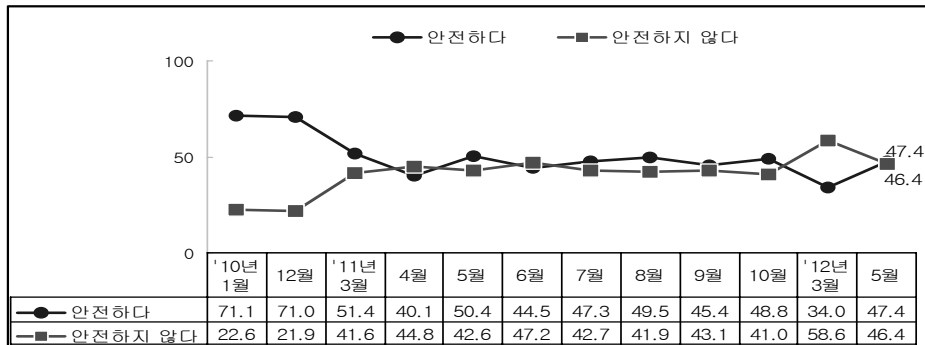
[그림 24] 원전의 위험과 이익에 대한 국민 인식, 2012.05 한국원자력문화재단

- 설문 응답자의 64.4%는 '원전이 위험보다는 이득이 더 크다'라고 응답한 반면, 31.9%는 '이득보다 위험이 더 크다'라고 응답
- 원전의 이득이 더 크다는 답변이 64%를 넘어섰다. 그러나 반핵 단체의 주장은 후쿠시마 사고 이후 원전의 경제성이 떨어진다는 주장을 펴고 있어, 원전의 이득이 위험보다 크다는 논거를 반박하고 있다. 따라서 원자력 발전의 경제성에 대해 새로운 평가를 내리고, 그 자료에 바탕하여 홍보를 하는 것이 불가피하다고 판단된다. 이 때 유의할 것은 원전의 경제성 평가는 국가마다 여건에 따라서 상당히 차이가 나고, 재생 가능 에너지 대비 경제성 비교도 상당히 다르다는 사실에 주목할 필요가 있다. 또한 원전의 경제성에 대한 인식과 원전의 필요성에 대한 인식 사이의 관계에 대한 심층 연구도 필요하다고 본다.

▶ 10명 중 5명 정도는 '원자력 발전이 안전하다'고 인식하는 것으로 나타났으나, 안전하지 않다고 답변한 비율도 비슷하게 나타났다.

문) 귀하께서는 원자력 발전소가 안전하다고 생각하십니까? 안전하지 않다고 생각하십니까?

(단위: %)



[그림 25] 시기별 원전 안전성에 대한 국민 인식 추이, 한국원자력문화재단



- 설문 응답자의 47.4%는 '원자력 발전소가 안전하다'고 응답했으나, 46.4%는 '안전하지 않다'고 응답했고 이는 2012년 3월 조사에 비해 13.4%p 증가한 수치
  - 이처럼 안심과 불안의 인식이 거의 비슷하게 나타난 것은 원전의 추진에 걸림돌이 될 것으로 판단된다. 앞으로의 당면 과제는 안전에 대한 안심 정도를 높일 수 있는 방안을 시급히 마련하는 것이다. 2010년 1월의 조사에서는 안전하다는 답변이 71%였음을 주목할 필요가 있다.
- ▶ 원자력 발전소가 안전하지 않다고 응답한 이유는 다음과 같이 조사되었다. '예상외의 사고가 일어날 수 있으므로'라는 이유가 26.8%, '언론에서 사고나 고장이 났다는 얘기를 들어서'가 24.7%, '안전하게 관리할 수 있는 기술이 부족해서'가 22.8%, '발전 과정에서 나온 폐기물이 안전하지 않아서'가 각각 21.3% 등으로 불안의 이유를 들고 있었다.

문) 우리나라 원자력 발전소가 안전하지 않다고 생각하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?

(단위: %)

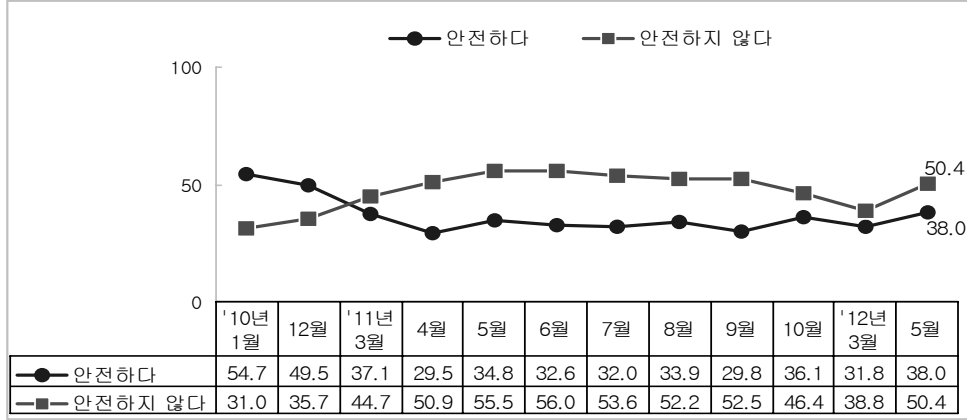
원전이 안전하지 않은 이유	2010년	2012년 5월
예상외의 사고가 일어날 수 있으므로	34.7	26.8
언론에서 사고나 고장이 났다는 얘기를 들어서	9.1	24.7
안전하게 관리할 수 있는 기술이 부족해서	14.5	22.8
발전 과정에서 나온 폐기물이 안전하지 않아서	41.3	21.3
기타	0.3	4.3
모름/무응답	-	0.2
합계	100.0	100.0

- 원자력 발전의 안전성 인식 조사는 물론 주어진 답변에 대해 선택하는 방식이었으므로 이 밖의 다른 이유를 상정할 수 있다. 안전규제에 대한 불신과 원전 운영 과정에서 빚어진 비리 사건 등 신뢰의 미흡에서도 원인을 찾을 수 있고, 반핵 단체의 주장에 의한 영향도 고려할 수 있을 것이기 때문이다. 따라서 보다 심층적으로 원전의 안전성을 믿지 못하는 이유에 대해 연구할 필요가 있다. 특히 원자력 발전의 핵연료 후행주기로 접어들어 고준위 방사성 폐기물의 관리가 중요하게 대두되는 시점이므로 안정성 인식은 더욱 사회적 관심사로 부상하게 될 것이기 때문이다. 이런 관점에서 언론 등 홍보 매체를 통한 보도에 대해 보다 긴밀한 소통이 필요하다.

▶ 10명 중 4명 정도는 '방폐물 관리가 안전하다'고 인식하는 것으로 나타났다.

문) 귀하께서는 현재 우리나라 방사성 폐기물 관리가 안전하다고 생각하십니까? 안전하지 않다고 생각하십니까?

(단위: %)



[그림 26] 시기별 방폐물 관리 안전성에 대한 국민 인식 추이, 한국원자력문화재단

- 설문 응답자의 38.0%는 '방폐물 관리가 안전하다'고 응답했으나, 50.4%는 '안전하지 않다'고 응답함으로써 2012년 3월 대비 7.2%p 증가
- 이런 결과는 앞으로 고준위 방사성 폐기물 관리가 매우 중요한 과제가 되고 있음을 시사하고 있다. 방폐물 관리에 대한 안전성 인식이 정책 추진의 걸림돌이 됨으로서 원전 운영에 점점 더 애로를 겪게 될 가능성이 있기 때문이다. 이 상황에 대해 어떻게 대처할 것인가는 한국의 원전 정책에서 가장 큰 난관이 되었었고, 앞으로 원자력 발전소의 임시저장 시설이 포화되는 시기가 다가옴에 따라 시급한 과제가 부상되고 있어 시급한 대책을 요구하고 있다. 2010년 1월 조사에서 55% 정도가 방폐물 관리가 안전하다고 답변했던 결과를 주목할 필요가 있다.

▶ 방사성 폐기물 관리가 안전하지 않다고 답변한 경우 그 이유는 다음과 같이 나타났다. '방사성폐기물이 안전한 상태가 되려면 수백 년이 소요되므로'가 33.9%, '방사성 폐기물 관리 시스템이 미흡해서'가 25.6%, '언론에서 안전에 문제가 있다는 얘기를 들어서'가 22.2%, '안전하게 관리할 수 있는 기술이 부족해서'가 15.5% 등의 순서였다.

문) 우리나라에서 방사성 폐기물이 안전하게 관리되고 있지 않다고 생각하는 가장 큰 이유는 무엇입니까?

(단위: %)

방폐물 관리가 안전하지 않은 이유	2010년	2012년 5월
방사성 폐기물이 안전한 상태가 되려면 수백 년이 소요되므로	23.5	33.9
방사성 폐기물 관리 시스템이 미흡해서	25.0	25.6
언론에서 안전에 문제가 있다는 얘기를 들어서	28.4	22.2
안전하게 관리할 수 있는 기술이 부족해서	21.5	15.5
기타	1.0	2.2
모름/무응답	0.7	0.6
합계	100.0	100.0

- 방사성 폐기물 관리가 안전하지 않다고 생각하는 이유에 대한 답변으로 제시된 내용에 대해서 보다 상세한 정보를 제공할 필요성이 제기된다. 그리고 국민의 신뢰를 얻을 수 있는 안전 관리 정책에 대한 이해사업이 중요하다. 원전의 운영에서 불가피하게 발생하는 고준위 방사성 폐기물 관리의 선진국에서도 가장 사회적 수용성 확보에서 난관을 겪었던 사업이므로 특히 거버넌스 체제의 구축과 운영이 중요하다.

▶ 위험 요소 중 방사성 폐기물에 대한 국민의 위험 인식이 가장 높은 것으로 나타났다.

문) 다음 각각의 진술에 대해 동의하시는지 동의하지 않으시는지 말씀해주세요.

(단위: %)

	(매우+대체로) 그렇다
원자력 발전소 주변에는 방사성물질 누출 가능성이 높다	75.9
원자력 발전소 주변에 살면 이로 인해 건강에 위해를 입을 가능성이 높다	72.7
원자력 발전소는 자연재해 시 폭발할 가능성이 높다	71.3
방사성 폐기물은 오랜 시간이 지나도 여전히 위험한 상태이다	86.2

- 원전 주변에서의 방사성 물질 누출 가능성과 그에 따르는 원전 시설 주변 주민의 건강 위해 가능성, 자연재의 경우 원전 폭발 가능성, 방폐물의 위험성 측면에 대해서 응답자 대다수가 잠재적 위험을 인식하는 것으로 나타났다. 특히 그 중에서도 방폐물의 위험성에 대한 인식이 가장 높은 것으로 조사되었다.

- 원전 주변에서의 방사성 물질 누출 가능성과 그에 따르는 원전 시설 주변 주민의 건강 위해 가능성, 자연재의 경우 원전 폭발 가능성, 방폐물의 위험성 측면에 대해서 응답자 대다수가 잠재적 위험을 인식하는 것으로 나타났다. 특히 그 중에서도 방폐물의 위험성에 대한 인식이 가장 높은 것으로 조사되었다.

여기서 유의할 것은 다른 산업의 기술 위험과 원전 산업의 기술 위험에 대한 일반적 인식은 질적으로 차이가 난다는 사실이다. 원자력의 경우 환경 문제는 방사능 오염으로서 단기적으로 그 피해가 나타나는 것이 아니라 유전자 변이를 통해 발암, 기형아 출산 등의 두려운 형태로 나타나기 때문이다. 확률이 매우 적다고 하더라도 실제로 사고가 발생하는 상황에서 이에 대한 심리적 불안과 공포는 실체적인 것으로 인식되는 경향이 있기 때문이다. 따라서 이에 대한 대응은 전략적 홍보보다는 사회심리학적 접근으로 이루어질 필요가 있다. 그리고 그 기초는 안전규제에 대한 신뢰가 확보될 때 순조롭게 추진될 수 있을 것이다.

#### 나. 원전 신뢰성과 투명성 관련 인식

- ▶ 원전 기술 및 운영 주체에 대한 신뢰는 60% 대로 나타난 반면, 정부나 정보에 대한 신뢰는 40% 정도로 나타났다.

문) 다음 각각의 진술에 대해 동의하시는지 동의하지 않으시는지 말씀해주시시오.  
(단위: %)

	(매우+대체로) 그렇다
우리나라의 원자력 발전소와 관련한 기술 전반에 대해 신뢰한다	61.7
원자력 발전소를 직접 운영하는 한국수력원자력에 대해 신뢰한다	56.2
원자력 발전 전반을 관리, 감시, 통제하는 정부에 대해 신뢰한다	37.3
공개되는 원자력발전소 관련 정보는 믿을 만하다	39.8

- ‘우리나라의 원자력 발전소와 관련한 기술 전반’과 ‘원자력 발전소를 직접 운영하는 한국수력원자력’에 대해서는 응답자의 61.7%와 56.2%가 신뢰한다고 답한 반면, ‘정부’와 ‘원전 관련 공개 정보’에 대해서는 37.3%와 39.8%만이 신뢰한다고 응답
- 최근 원전 운영 관련 비리사건이 보도되고 있었음에도 원전 운영 주체에 대해 신뢰하다는 답변이 60% 대로 나타난 것은 언론 보도 등에 나타난

여론 동향과는 차기 나는 것으로 보인다. 한편 원전 관련 정부에 대한 신뢰가 낮게 나타난 것은 원전 운영에서 나타나는 이런저런 문제에 대한 최종 책임이 정부에 귀결되는 것으로 해석할 수 있다. 실제로 후쿠시마 사고에서도 여론 동향은 결국 정부의 책임으로 인식되었고 정부에 대한 불신과 불만으로 귀결되었음을 볼 수 있다. 또한 원전 관련 정보 공개에 대한 신뢰성이 매우 낮은 것으로 나타난 것은 이 대목이 가장 중요한 과제로 대두되고 있음을 보여준다고 할 수 있다.

▶ 원전 운영 투명성에 대해서는 매우 부정적인 것으로 나타났다.

문) 다음 각각의 진술에 대해 동의하시는지 동의하지 않으시는지 말씀해주세요.

(단위: %)

	(매우+대체로) 그렇다
원자력발전소 관련 정책을 세울 때 국민들의 의견이 많이 반영된다	31.0
원자력발전소 관련 정보를 신속하고 정확하게 공개한다	28.8
원자력발전소 관련 정보를 쉽게 접근하여 찾아볼 수 있다	21.9
민간기구가 원자력발전소의 운영 전반에 대해 감시할 수 있다	30.6

- ‘정책 수립 시 국민 의견 반영 정도’, ‘정보 공개의 신속성 및 정확성’, ‘정보 접근성’, ‘민간기구의 감시 여부’ 등에서 긍정적인 응답 비율이 모두 20% 내지 30% 수준
- 원자력 발전 운영과 관련된 정보 공개에 대한 신속성, 정확성, 정보 접근성 등 모든 항목에서 매우 부족하다고 인식하는 것으로 나타났다. 또한 원전 관련 정책 수립에서 국민 의견 반영과 시민사회 민간기구의 감시 여부에서도 매우 부정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 이는 원자력 기술의 고도의 전문성과 정보 제공의 원천적 한계성 등을 고려하더라도 거버넌스 체제로의 전환이 불가피한 시대적 요구에 비추어 볼 때 가장 시급히 개선되어야 할 과제를 보여주고 있다.

### 3.3.5 언론 보도와 반핵 서적을 통해 본 국내 여론 동향

후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 관련 논의의 양적 증가가 눈에 띈다. 특히 원전 반대 주장의 성장이 두드러진다. 녹색당 출범, 탈핵에너지교수모임 출범, 관련

집회의 증가 등에서도 그 증거를 찾을 수 있지만, 사고 이후 관련 서적의 출간이나 관련 기사의 보도 양상을 살펴보면 이는 더욱 명확해진다. 원전에 우호적인 의견의 경우 여론을 의식해서인지 비록 그 절대적인 양은 늘었다고 할지라도 반대론자들의 주장에 대한 반박이나 원전 진흥에 대한 조심스런 주장에 그치는 반면, 원전 반대론자들의 주장은 그 어느 때 보다도 크고 강해졌다.

2011년 하반기와 2012년 상반기, 그 어느 때 보다 많은 양의 반핵 서적이 쏟아졌다. 사고 이전 출간된 에너지 관련분야 서적 중 다수는 직접적인 반핵 주장을 담고 있기 보다는 대체에너지, 신재생에너지 등을 소개하며 간접적으로 반핵을 주장했다. 그러나 사고 이후 출간된 서적의 경우 「원자력 신화로부터의 해방」, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」 등 제목부터 탈핵에 대한 직접적이고 강력한 메시지를 느낄 수 있었다. 이 중 주목 할 만 한 일곱 권의 서적을 분석, 반핵 논지 정리에 인용 했다.



[그림 27] 후쿠시마 사고 이후 출간된 반핵 서적

- 야마모토 요시타카의 「후쿠시마 일본 핵 발전의 진실」은 원자력의 태생적인 결함과 이를 방지하는 일본 원자력계의 행태를 고발한다. 이 책은 제2차 세계대전 이후 시작된 민생용 원자력 발전의 역사를 짚으며, '원자력의 평화적 이용'은 가면에 불과하다고 주장한다. 핵 발전 기술은 언제든지 핵무기 기술로 전환될 수 있다는 것이다. 또한, 원자력은 경험적으로 발전해온 다른 에너지 기술과는 다르게 과학자들에 의해 무기로서 탄생했으며, 이러한 태생의 한계로 인해 필연적인 위험성과 기술적 결함을 가진다고 설명한다. 저자는 일본의 원전 진흥 세력을 하나로 묶어 '원자력마을'이라고 지칭하며 그들의 행동에 대해 "원자력 발전의 수많은 문제를 미해결 상태로 방치한 채 핵 대국화의 꿈을 위해 일본 국민을 포함한 아시아, 그리고 전 세계인의 목숨을 위협하는 파시즘적인 행태"라고 질타한다.

- 「탈핵, 포스트 후쿠시마와 에너지 전환시대의 논리」는 국내 에너지·기후분야의 진보적 민간 싱크탱크인 에너지기후정책연구소가 기획하고 에너지·환경 분야의 젊은 전문가들이 쓴 책이다. 앞서 야마모토 요시타카의 책과 마찬가지로 핵에너지 이용에 대한 역사적 고찰을 통해 ‘평화로운 핵 이용’의 어려움을 설파한다. 또한 한국의 에너지 정책 현황을 되짚어 보고 후쿠시마 사고의 위험성을 빌려 이를 비판한다. 책은 여기서 그치지 않고 독일의 탈핵과 에너지 전환 추진 상황을 살피고, 이를 모델로 해 능동적이고 구체적인 한국 사회의 탈핵 시나리오를 모색한다.
- 다카키 진자부로의 「원자력 신화로부터의 해방」은 원자력 문제에 대한 단순한 비판을 넘어 원자력의 본질에 접근하고자 한다. 이 책 역시 원자력의 태생적인 기술 결함의 가능성을 언급하고 있다. 그러나 이 책이 대중에게 더욱 설득력 있게 들리는 이유는 이러한 관념적 비판을 넘어서 그동안 (일본의) 원자력 찬성론자들이 구축한 논리에 대한 구체적인 반박을 시도하기 때문이다. ‘원자력은 무한한 에너지다’, ‘원자력은 석유 위기를 극복한다’, ‘원자력은 평화적 에너지이다’, ‘원자력은 안전하다’, ‘원자력은 값싼 에너지이다’, ‘원자력은 지역발전에 기여한다’, ‘원자력은 친환경적이다’, ‘원자력은 리사이클 할 수 있다’, ‘일본의 원자력 기술은 우수하다’와 같이 원자력을 둘러싼 ‘신화’들이 그것이다. 책은 또한 현존하거나 일어날 수 있는 일본의 원자력 관련 문제들을 말하며 바로 지금이 탈원전을 주장할 때라고 강력하게 요구한다.
- 독일의 운동단체인 캠퍹트가 지은 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」은 원자력에 관한 최신 배경 지식을 알기 쉽게 설명한다. 또한 일본 후쿠시마 원전 사고 이후에도 계속된 원자력 기업의 편법과 거짓말을 파헤친다. 책의 후반에서는 일자리 창출, 환경 보호, 비용절감 등 원자력 발전 중단이 가져오는 이점을 설명하고 이를 위해 우리가 할 수 있는 간단 명확하고 실질적인 해답을 제시한다.
- 고이데 히로아키는 후쿠시마 원전 사고 이후 두 권의 책을 써 우리나라에 소개 되었다. 먼저 출간된 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」에서는 피폭의 영향, 원자력 발전과 무기의 연관성, 원자력 발전의 불가피한 위험성, 지구온난화 해결에 대한 실질적 무(無) 기여, 발전부산물의 위해성, 국제 관계에서 핵개발의 불공정성, 재처리 공장

의 위험 등을 이유로 들어 원자력 발전의 중단을 촉구했다. 한 달 후 출간된 「원자력의 거짓말」은 이러한 주장에 더해 현재 심각한 사고를 겪었음에도 불구하고 사고의 경과와 원자력 발전에 대해 여전히 낙관하고 있는 일본의 풍토를 지적하며 일본인 스스로 방사능 오염으로부터 자신의 몸을 지키려는 노력을 해야 한다고 요구 했다. 덧붙여, 원전 사업자와 정부 주장의 모순을 면밀히 검토, 지적하며 “원자력에 미래는 없다”라고 다시 한 번 단언했다.

- 엠팅회의 「잘가라, 원자력 - 독일탈핵이야기」는 원자력 기술은 전시에 탄생한 폭력적 기술이며 사고, 방사선유출, 핵폐기물의 문제를 언제나 안고 있다고 말한다. 저자는 또한 원자력 발전은 기술적 위험성과 산업계의 폐쇄성으로 인해 반드시 사라져야 하는 기술이라고 주장하며, 이러한 주장을 받아들인 독일의 탈 원전 정책에 대해 자세히 고찰한다. 그는 독일 핵 폐기 결정의 배경과 영향을 짚으며, 지금 우리에게 필요한 것은 에너지 의존적인 삶의 패러다임 자체를 바꾸는 것 이라고 역설한다. 또한 독일과 한국의 에너지 정책과 기반 환경을 면밀히 비교함으로써 우리나라도 신재생에너지로 전환할 수 있다는 것을 논증한다.

이상 후쿠시마 사고 이후 출간된 주요 반핵 서적을 통해 살펴본 반핵 논리의 전반적 기조는 다음 네 가지로 요약된다.

- 첫째. 원자력의 태생적 폭력성과 기술적 결함에 대한 고전적인 반대 논리
- 둘째. 친 원전 기관 및 인사의 행태에 관한 비판
- 셋째. 대표적 찬핵 논리에 대한 부정 및 반박
- 넷째. 독일 등 탈핵 국가의 예시를 통한 탈핵의 실효성 강조

이 중 원자력의 태생적 폭력성과 기술적 결함, 그리고 원자력계의 폐쇄성에 대한 지적은 사고 이전에도 있어왔지만, 후쿠시마 사고를 계기로 다수의 국민들에게 재조명 되었다. 주목할 만한 점은 대표적 찬핵 논리에 대한 부정 및 반박 논리가 확대되고 탈핵의 실효성에 대해 재검토 하는 시도가 이어지는 것이다. 과거의 반핵 논리가 ‘원자력은 나쁘다’라는 이념적 수준에 머물렀다면, 이들 논리는 이런 단순 층위에서 벗어나 ‘과연, 원자력을 계속 하는 것이 이로운가’, ‘탈핵이 우리의 당면한 과제라면 이를 위한 실천에는 무엇이 있는가’와 같은 아주 구체적이고 행동적인 물음까지 던지고 있기 때문이다. 아직 사고 수습에 여념이 없는 일본보다는 국내 저자를 중심으로 좀 더 구체적인 탈핵 논의가 이루어지고 있다. 이러한 논리



의 변화는 사고 이후 원전 반대론자에 동조하는 여론이 늘어나고 탈핵을 선언하는 국가가 속출하는 등 '탈핵'이라는 비전이 보다 현실화 된 사회 분위기를 반영하는 듯 보이며, 이제는 점차 확대되고 있는 반핵 논리의 타당성과 허구를 진지하게 검토할 때임을 시사한다.

후쿠시마 사고 이후 원자력 관련 기사의 분석을 통해서도 이와 비슷한 인상을 얻을 수 있다. 우리나라 여론의 변화를 알아보기 위해 네이버 뉴스 검색으로 사고 전후의 각각 14개월에 걸쳐 조선일보, 중앙일보, 동아일보, 한겨레, 경향신문에 실린 '원자력' 키워드를 포함하는 사설, 칼럼, 기고문을 분석한 결과 몇 가지 특성이 관찰되었다. 우선 눈에 띈 것은 원자력 관련 기사의 양적 변화다. 후쿠시마 이전 14개월 동안 실린 원자력 관련 사설, 칼럼, 기고문 등이 모두 합쳐 9개에 불과한 반면, 사고 이후 현재까지 보도된 건수는 116개였다. 이는 원자력 정책에 관한 국민의 관심이 전에 없이 커진 사회적 변화를 반영한 결과라 할 수 있다.

사설의 내용 측면에서도 상당한 변화가 있었다. 후쿠시마 사고 이후 원자력 정책 관련 사설은 원자력의 다양한 주제를 더 깊이 있게 다루고 있다. 사고 이전의 사설과 기사가 다루던 주제가 대부분 원자력의 산업적 측면과 원자력 외교 부문에 치우쳐 있었던 반면, 후쿠시마 사고 이후에는 찬성 측과 반대 측 양쪽에서 새로운 시각에서 다양한 주장이 많이 나오는 것이 눈에 띈다. 일부 언론에서는 '원자력과 인간성 상실'(경향신문) 제하의 원자력에 내재된 비윤리성을 비판하고, '턱없이 부족한 원전 보험금' 등의 기사는 기존의 논의에서 원전의 가장 강점으로 꼽히던 경제성에 의문을 던지고 있다. '먹을거리 안전 되돌아보게 하는 원전 사고' 등의 기사는 원자력과 관련해 국제 사회가 원전뿐 아니라 지구적 차원의 식품 안전망에 대해서도 재검토할 것을 강조하고 있다.

원자력과 관련해서 찬반 양측의 논리의 핵심 주제인 경제성, 친환경성, 안전성, 위험성 등의 기존 주장의 연장선상에 있는 기사의 경우에도 질적 변화가 관찰되었다. 요컨대 과학적 분석이나 해외 사례를 근거로 들어 그 논지를 더욱 강화한 것이 눈에 띈다. '일본 전력대란 지켜보니 그래도 원전이다', '한국 원전 믿을 만한 과학적 이유'(동아일보), 그리고 '깨어있는 시민이 만든 독일의 탈원전 선언', '일총리의 원전 증설 동결 시사와 한국의 선택'(한겨레) 등이 그런 사례다.

나아가서 원자력을 둘러싸고 벌어지는 논의 형태 자체에 대해 점검하거나 서로의 입장에 대해 비판적 반론을 활발히 제기하거나 점검의 필요성을 강조하는 것 등도 후쿠시마 사고 이후 원자력 논의의 폭과 깊이를 더하고 있다. '세 과시 나선 환경단체들 순수함 되찾아야'(중앙일보), '핵발전소, 국민이 무지몽매한가'(경향신문), '후쿠시마 사고를 원전 중흥의 기회로 삼겠다니'(한겨레) 등이 그것이다. 단순히 원

자력을 찬성하고 반대하던 기존의 입장에서 나아가 한국의 전력 상황, 세계적 추세 속에서 원자력 정책을 바라보는 것도 사고 이후 의미 있는 변화라 할 수 있다.

원자력에 대한 찬성 입장, 반대 입장으로 양분되었던 기존의 논의가 각각의 입장 내에서 세분화된 것도 최근의 변화라 할 수 있다. '핵에너지 없는 대한민국은 가능하다'라는 입장부터 '고리 원전 1호기 신중히 재가동하라'는 입장까지 촘촘한 스펙트럼이 형성되어 있다. 그러나 어느 입장에서든 원자력 정책에의 국민 참여와 소통 필요성에는 공감하고 있고, 원자력 정책의 투명성과 원전의 안전성 강화를 위한 정부의 노력을 요구하는 모습도 공통점이다.

### 3.3.6 원자력 찬반 논리

위와 같이 원자력 담론의 크기가 증가하며 원전에 대한 찬반 논리도 비교적 명확하게 드러났다. 눈에 띄는 변화는 원전 반대 논리가 훨씬 다양해지고 정교해졌다는 점이다. 원전 찬반 논리의 설득성, 파급력 등은 향후 원전 찬반 여론의 변화에 영향을 줄 가능성이 농후하므로, 현재 찬반 진영에 의해 대중에 드러난 원자력 찬반 논리에 대해 객관적으로 검토할 필요가 있다.

#### 가. 원전 찬성 논리

후쿠시마 사고 이전부터 원전 찬성론자들은 원자력의 경제성과 친환경성을 내세우며 원전을 홍보해왔다. 최근 반대론자들의 움직임이 커지며 이러한 원전 찬성 논리는 고비를 맞고 있으나 아직까지 크게 개선된 논리적 방어는 구축되지 않은 듯하다. 원전 찬성 논리의 자세한 내용은 다음과 같다.

#### ▶ 원자력 기술

##### ■ 원전의 안전성과 안전성 향상을 위한 노력

원자력 찬성론자들은 후쿠시마 사고 이후 국내 원전과 방사성폐기물을 비롯한 각종 안전의식이 높아지고 있으며 이는 안전성 향상에 긍정적이라고 주장한다. 주요 공기업들 역시 이번 사태를 계기로 안전이 기본이라는 업무 원칙을 바로세우고 보이지 않는 위협에도 예방하는 노력을 강화하고 있기<sup>43)</sup> 때문이다.

43) "방폐물 처분, 저장에 100% 안전노력" - 2011.4.12.  
(<http://www.asiaae.co.kr/news/view.htm?idxno=2011041214444388986>)

IAEA는 후쿠시마 사고 이후 원전 안전이 훨씬 강화되었고 현재는 무엇이 잘못되었고 어떠한 원인을 고려해야 하는지 알기에 안주하면 안 된다고 말했다. 또한, 후쿠시마 사고로 인해 여러 가지 변화가 일어나도록 원자력계를 자극하였으나 여전히 약점이 있다. 이러한 부분에 대해서 IAEA의 행동 계획에 기초하여 원전 안전성에 대한 심사를 엄격하게 하고 있다고 해명했다.<sup>44)</sup>

국내 원자력 권위자인 장순홍 교수는 2012년 ‘원자력 커뮤니케이션 카이스트 패널 토론’에서 “만일에 중대사고가 발생한다 하더라도 이것이 방사능 누출로 이어지지 않도록 대비하고 있다. 기술적으로 말하자면, 대표적으로 격납용기 감압 장치와 더불어 피동 수소 제거 장치를 요구하였다. 또한 중대 사고가 났을 때 가장 문제가 되는 세슘을 물로 제거하고 세슘 농도를 천분의 일로 떨어뜨리는 장치도 요구하였다. 다시 말해서 원전의 중대사고 예방에 그치는 것이 아니라 중대 사고가 발생한다 하더라도 환경에는 영향을 미치지 않도록 원자력안전위원회에서 발전회사들에게 이미 조치를 취한 상태이다.” 라고 말하기도 했다.

원자력 찬성론자들은 또한 원전 안전성에 대한 근거로 온배수 양식장을 예로 들기도 한다. 2012년 2월 7일 아시아투데이의 기사에서는 “월성 원전에서는 온배수를 이용하여 온배수 양식장을 운영하고 있다. 온배수 이용 양식장은 월성 2·3·4호기 건설 인허가 및 해양환경영향평가 협의사항의 이행조건으로 설치 운영하고 있는 시설이다. 온배수는 원자로와 완벽하게 폐쇄된 회로를 흐른다. 즉, 온배수를 양식으로 사용할 수 있다는 것은 원자로와 온배수가 완벽하게 차단되어 있다는 의미이므로, 원자로로부터 방사능이 유출되지 않는다는 것을 반증한다.”라고 말했다.

원자력 찬성론자들은 이와 같이 원전이 안전하다는 근거는 충분하며, 미약한 불안전성은 관리를 통해 충분히 보완될 수 있다고 주장한다. 따라서 그들은 원자력 정책의 최우선 과제는 원전 안전성이 아니라 이를 일반 국민에게 설득하고 홍보하는 것이라고 생각하는 경향이 있다.

#### ■ 원자력 발전의 경제성

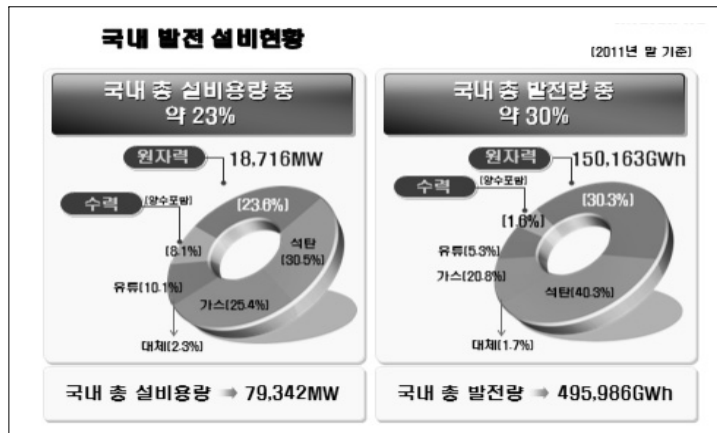
2012 에너지 미래 심포지엄에서는 원자력 에너지 이용의 불가피성과 원자력 안전에 대해 토론하였다. 엘바라데이 전 IAEA 의장은 원자력이 단기적으로 대용량 발전을 위한 화석연료의 유일한 대안이며 관리를 강화하면 세계 에너지 믹스의 중요한 요소로 수십 년 간 역할을 할 것이라고 강조했다.

44) One Year After Fukushima, Nuclear Safety Is Stronger - 2012.3.9.  
(<http://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/2012/prn201208.html>)

또한, 조석 지식경제부 제2차관은 지구환경과 에너지 환경을 고려할 때 원전이 가장 현실적이고 불가피한 대안이며 원전의 기술자립과 전문 인력 양성을 통해 원전산업을 신성장동력으로 육성해 나갈 계획이라고 밝혔다.

일본이 후쿠시마 이후 '원전 제로' 상태를 선언하자 경제산업성 자문기관인 종합에너지자원조사회는 2030년이면 전기료가 최대 두 배로 오를 것으로 예측했다. 재생에너지 비율을 늘리는 한 원전 비율을 어떻게 바꾸든 전기료는 약 30% 이상 올라갈 것으로 예상된다. 이는 송전망을 확충하는 비용 6.8~21.1조 엔과 재생에너지를 고정가격으로 사들이는 비용이 들어가기 때문이다. 원전 비율을 35%로 늘리더라도 재생에너지 의존 비율이 25%로 증가하면 전기료는 29.8%~62.2% 올라가는 것으로 나타났다. 또한 원전 비율을 줄일수록 당분간 가정의 광열비나 GDP에도 악영향을 줄 것으로 추측했다.<sup>45)</sup>

우리나라는 원전 발동을 즉시 중단한다면 LNG로는 약 15조 원, 유류는 약 20조 원의 추가 비용이 발생하는 것으로 나타났다. 이를 각 가구당 비용으로 환산하면 연간 약 120만원의 전기료가 추가된다는 계산이다. 이 같은 부담을 안고서 원전을 포기할 수 있을지 의문이다. 이것은 원전 가동 중단을 대체할 발전소가 있다는 가정에 따른 것이며 국내 원전 21기가 가동을 중단했을 때에는 전체 전력공급의 약23%가 부족해지는 사태가 발생한다. 이는 가구당 전기료 인상은 물론이고 제한송전, 산업계 가동중단 등 연쇄적인 국가 위기 사태도 예상되는 수치이다.



[그림 28] 국내 발전 설비 현황<sup>46)</sup>

45) 日 "2030년 원전 제로면 전기료 최대 2배" - 2012.5.10  
<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=101&oid=001&aid=0005608620>  
 46) 제무성(한양대학교 원자력 공학과 교수), 에너지미래교수포럼에서 발표한 자료, 2012.06.11

다른 발전설비를 모두 가동하더라도 원자력의 빈자리를 채우는 것은 불가능하며 원전 가동을 중지하면 당장 제한송전 사태가 일어날 수 있다. 국내는 전력예비율이 충분하지 못한 상태인데 안정적인 전력공급을 위해서는 12% 이상의 예비율을 확보하고 있어야 하지만 2011년 전력피크 때 예비율은 4~5%에 불과했다. 전력예비율이 없는 상황에서 국가 전체 전력의 3분의 1을 담당하는 원자력 가동 중단 피해는 고스란히 국민에게 전가될 수밖에 없다. 전체 전력수요의 50%를 차지하는 산업계에도 치명타이다. 원전을 멈추면 산업용 공장이 멈춰서는 심각한 문제가 발생할 수 있다. 원자력이 최선은 아니지만 현재로서 완벽한 대체에너지를 개발할 때까지는 최선책이다. 또한 온실가스 감축이라는 또 다른 문제를 해결하기 위해 원전 외에 다른 대안이 있는지도 의문이다.<sup>47)</sup>

원자력발전은 연료비 비중이 12%대로 석탄의 7분의 1, LNG의 8분의 1에 불과하다. 또 국제가격 급등에 거의 영향을 받지 않는다. 원전폐기물 처리비용에 대한 논란이 있지만 여전히 화석연료나 풍력, 태양광 등에 비해 월등히 저렴한 수준이다. 우리나라는 지난 30년간 물가가 240% 오르는 반면 전기요금은 18.5% 상승하는 것에 그쳤다. 만약 원자력 발전을 일시에 화력 발전으로 대체한다고 가정하면 발전비용이 연 15조 원 가량 더 상승할 것이고 온실가스 역시 국가 전체 배출량 중 20%에 달하는 1억 2000만 톤이 추가 방출되어 환경 문제를 야기할 것이다. 신재생에너지도 장점이 많은 것은 사실이지만 아직은 시기상조이다. 배럴당 120달러를 넘는 고유가와 온실가스 감축, 안정적인 전력 공급 등 우리나라 에너지 환경을 고려할 때 원자력이 가장 현실적인 대안임은 누구도 부인할 수 없다.<sup>48)</sup>

우라늄 1g이 완전히 핵분열 시 내놓는 에너지는 석탄 3톤, 석유 9드럼의 에너지와 같다. 우라늄은 한번 장전하면 12~18개월간 원료교체가 필요 없기 때문에 그만큼 연료 비축효과가 있다. 원자력 에너지는 화석연료나 타 에너지원에 비해 거래 단가가 훨씬 싼 경제적인 에너지원이다.<sup>49)</sup>

47) 당장 원전 중단하면 가구당 전기료 4배 된다 - 2011.4.18.  
(<http://www.etnews.com/news/economy/education/2487912-1491.html>)

48) [기고] 원전이 가장 효과적인 해결책이죠 - 2012.3.5  
(<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2012&no=143633>)

49) 타 발전에 비해 원자력 발전이 가지는 우위  
(<http://www.konepa.or.kr/home/information/status-speciality.asp>)

[표 1] 발전원별 거래단가(2011년말 기준)

발전원별 거래단가 (2011년말 기준, 단위: 원/kWh)									
구분	거래단가								
	원자력	유연탄	무연탄	수력	양수	석유(경유+중유)	LNG	기타	합계
2011	39.07	66.67	98.66	134.73	166.47	221.25	140.38	100.68	78.45
2010	39.61	60.79	110.04	135.35	202.62	184.60	128.06	105.23	73.09
2009	35.56	60.23	109.10	110.53	149.70	147.24	129.51	103.69	66.33

신고리 1, 2호기 예상 공사비를 근거로 해외에 2기 수출하는 경우를 가정할 때, 총 사업비 규모는 건설 중 이자를 제외하고 약 35.6억 달러이며 국내 원전건설 경험을 근거로 추정된 직접 수출효과는 약 27억 달러에 해당한다. 이는 30만 톤급 초대형 유조선 약 20척, 소나타 2.4모델 약 16만 대 수출한 것과 동일한 경제적 효과를 유발한다. 40~60년 동안 핵연료 수출효과는 1조 8200억~3조 3600억 원, 예비품 수출효과는 4160억~6400억 원으로 분석하였다. 그래서 OPR1000 2기 수출에 따른 총 후속수출효과는 2조 2360억 원에서 4조 원에 이를 것으로 추정된다.

우리나라는 에너지 자원의 해외 의존도가 아주 높은 국가이다. 더욱 문제가 되는 것은 단위 GDP를 생성하는데 들어가는 에너지 소비량, 즉 에너지 원단위가 매우 높다는 것이다. 즉 에너지 효율이 낮다. 화석연료 가격은 해가 거듭할수록 급격한 상승세를 보여주고 있다. 또한 자원 보유국의 정정과 정책에 따라 공급의 불확실성이 커지고 있어 에너지 안보를 위협하고 있다. 세계적으로 에너지 시장의 불확실성이 커지고 있는 것은 분명한 사실이다. 단위 에너지를 얻는데 필요한 소요 부지가 상대적으로 작다는 이점과 기저부하를 담당하는 에너지원으로서 적합하다. 초기 시설 투자비용이 막대하고 공기가 오래 걸리는 자본집약적 산업이지만, 일단 건설하고 나면 운영 경비와 연료 가격이 상대적으로 싸다는 점을 들고 있다. 과거 수십 년 간 각국 전기요금이 어떻게 변화하였는가를 보여주는 비교에서 탈원전 국가는 가장 높은 요금을 책정하고 있다. 그러나 대부분의 국가가 전기요금이 인상된 반면 스위스와 우리나라는 별로 상승하지 않았다. 특히 독일의 경우 2000년 탈 원전을 선언하면서 급격한 상승세를 보였음을 알 수 있다. 지난 80년대 부터 20여 년 동안 국내 소비자 물가 상승률이 240%인 반면에 전기료는 118% 정도를 유지하였다.<sup>50)</sup>

50) 김명자, 2012, '원자력 커뮤니케이션 카이스트 패널 토론'

## ▶ 원자력 기관

### ■ 원자력 안전규제 기관/위원회의 독립성과 투명성

우리나라 원자력법은 원자력 진흥, 연구개발 및 원자력 안전관리에 관한 사항을 규정하고 있으며, 이를 관장하는 원자력행정체제는 교과부와 지경부로 이원화되어 발전되어 왔다. 이러한 원자력 행정체계가 미흡하다는 지적에 대해 2009년 원자력 개정안, 원안위 설치 및 운영에 관한 법률안, 원자력안전법안 등 9건의 관련 법률 제·개정안이 제출되었다. 제·개정안을 통해 원자력진흥법에서는 원자력진흥종합계획의 수립, 원자력연구개발사업 추진 등을 교과부가 수행하고, 국무총리 소속으로 원자력진흥위원회를 두어 원자력 연구개발, 생산, 이용에 관한 주요사항을 심의 의결하도록 하였다. 또한 합의제 중앙행정기관인 원안위를 두고 소속을 대통령으로 하여 원자력 안전 및 방재대책을 책임 있게 추진하도록 하였다. 또한 현재 원자력분야는 원자력 전공자들이 '원자력 마피아'라는 비판이 있어 왔음을 감안하여, 원안위 위원은 원자력전문가뿐만 아니라 환경, 보건의료, 과학기술, 공공안전, 법률, 인문사회 등 원자력 안전에 이바지할 수 있는 관련분야 인사가 고루 포함되도록 하였다.<sup>51)</sup>

투명성을 높이기 위해 지경부는 국무총리 주재 제 113차 국가정책조정회의를 통해 '원전운영 개선 종합대책'을 확정 발표하였다. 이는 원전 운영의 투명성과 소통강화를 통해 국민으로부터 신뢰받는 원전으로 거듭나기 위한 정부차원의 추진 계획이다. 첫째 원전설비 건전성을 강화하고, 둘째 투명성 제고 및 소통을 강화하며, 셋째 한국수력원자력 조직문화 쇄신과 역량강화, 넷째 협력업체 역량제고 등 4대 분야 15개 세부 추진과제로 구성돼 있다. 또한, 7월 이내의 특별점검, 계획예방 정비 대폭 확대 연장, 최고가치낙찰제 확대 적용, 한수원 직접 수행 비율 확대 등을 실시하고 투명성 제고를 위해 민간환경감시기구의 감사기능을 원전운영 전반 감시로 확대할 예정이다.<sup>52)</sup>

다시 말해, 후쿠시마 사태 이후 정부는 다양한 방면에서 원자력 안전규제 기관의 독립성, 투명성 확보를 위해 정책적으로 보완하고 있다.

### ■ 원전 관리 현장

한수원은 최근 발생한 원전 납품비리 등 부패사건에 대한 전사적 차원의 개선

51) '국회보 2011년 8월호'

(<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=123&oid=358&aid=0000000458>)

52) "원자력 발전 건전성·투명성 높인다" - 2012.4.27

(<http://www.kwnews.co.kr/nview.asp?s=101&aid=212042600063>)

노력 강화를 위해 '윤리경영지도사' 제도를 운영키로 했다고 밝혔다. '윤리경영지도사'는 윤리경영 등에 전문지식을 지니고 기업경영의 비윤리, 부패 등을 진단하고 치료하는 Business Doctor로서, 30시간의 집중교육과 인증시험을 통해 윤리경영지도사 자격을 획득하게 된다. 이를 통해 직원, 협력사 대상 윤리교육 및 사업소와 협력사 윤리간담회 개최 및 개선방안 도출, 윤리 콘텐츠 협력사 제공 등 소속 사업소 직원과 협력사의 윤리경영 쇄신활동을 주도하게 된다<sup>53)</sup>고 밝혔다.

또한, 한수원은 13일 한 곳에 장기 근속한 팀장급을 중심으로 693명 가운데 45% 가량인 315명을 보직 이동시켰다고 밝혔다. 같은 사업소에서 장기간 근무한 직원은 다른 사업소로 전출시키고 계약부서와 같은 고객접점에 있는 근무자는 보직을 바꿨다고 밝혔다. 이는 최고의 청렴성을 확보한 '윤리기업'으로 거듭나기 위함이다.<sup>54)</sup>

## ▶ 사회

### ■ 일자리 창출

박재광은 동아일보 칼럼에서 “독일이 원전을 포기하는 상황에서 한국이 과감히 원전에 과감히 투자하여 원전비율을 50~80%로 올리면 세계의 기업들이 한국으로 몰려올 것이다. 수많은 고급 일자리가 창출되어 고령화와 청년실업의 문제가 해결 될 것이다. 또 2030년까지 원전 80기를 수출한다는 계획이 실현되면 약 70만 명의 일자리가 생긴다.”라고 밝혔다.<sup>55)</sup>

## ▶ 환경

### ■ 친환경 에너지로서의 원자력

세계에너지기구(IEA)의 '세계에너지전망 2009'에 따르면, 장기적으로 이산화탄소 농도를 450ppm에 안정화시키기 위해서는 효율개선, 신재생에너지·원자력 확대 등 다양한 온실가스 감축수단이 필요한데, 2030년까지 볼 때 원자력은 동일 비용대비 이산화탄소 감축 효과가 가장 우수한 감축수단으로 밝혀졌다. 전체 감축량, 투자

53) 한수원, 부패방지 강화 위한 '윤리경영지도사' 운영 - 2012.5.31  
(<http://www.asiatoday.co.kr/news/view.asp?seq=648199>)

54) 한국수력원자력, 팀장급 절반 보직 이동 - 2012.3.13  
(<http://www.newspim.com/view.jsp?newsId=20120313000468>)

55) [기고/박재광] "원전은 일자리 창출의 근원"... 긍정 마인드 갖자 - 2012.1.5.  
(<http://news.donga.com/3/all/20120105/43090291/1>)



소요에서 에너지효율 개선이 각각 약 60%로 가장 높은 비중을 차지했다.

화석연료 발전과 달리 발전과정에서 이산화탄소가 거의 나오지 않기 때문에 온실가스 감축에 가장 유리한 에너지원이고 환경친화적 에너지이다.<sup>56)</sup>

[표 2] 타 발전에 비해 원자력 발전이 가지는 우위

■ 원자력발전량을 화석연료로 대체했을 경우, 2010년 기준			
구분	석유 발전	LNG 발전	유연탄 발전
온실가스 저감 이득	2조 2,521억원	1조 2,033억원	2조 6,459억원
온실가스 저감대체량	1억 1,261만톤	6,017만톤	1억 3,230만톤

온실 가스로 인한 온실 효과가 크게 증가하여 환경 파괴가 심각해지는 상황에서 자연재해의 빈도와 그에 따른 경제적 피해도 증가하고 있다. 지구 온난화를 줄이기 위해서는 에너지 효율을 높이고, 화석연료를 대체하는 등의 적극적 정책이 나와야 한다. 따라서 화석연료 대체를 위한 주된 에너지원으로서 원자력을 꼽는 것이다. 원자력 발전은 발전 과정에서 화석연료에 비해 이산화탄소 배출 저감에서 월등히 유리하다. 대기 오염물질의 배출도 훨씬 적다.

## 나. 원전 반대 논리

후쿠시마 사고 이후 진일보 하고 있는 원전 반대 논리는 크게 원자력 기술에 대한 비판, 원전 운영 및 관리에 대한 비판, 원전 찬성론자의 주장에 대한 반박, 원전의 사회적, 윤리적 문제에 대한 비판으로 나누어 살필 수 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

### ▶ 원자력 기술에 대한 비판

#### ■ 원자력 기술의 태생적 비평화성

많은 원전 반대론자들은 원자력 기술 그 자체가 폭력성을 내재하고 있다고 주장한다. 이러한 주장의 근거는 제 2차 세계대전이라는 특별한 상황에서 무기로 먼저 개발된 원자력 이용의 역사다.

56) 타 발전에 비해 원자력 발전이 가지는 우위  
(<http://www.konepa.or.kr/home/information/status-speciality.asp>)

김명진은 「탈핵, 포스트 후쿠시마와 에너지 전환 시대의 논리」에서 “원자력을 처음 이용하게 된 역사적 맥락을 돌이켜보면 동력 이용의 발달 단계에 따른 필연성은 없다”고 말한다. “원자력의 등장은 그 근원부터 철저하게 군사적인 요구가 빚어낸 결과물이었고, 그 뒤 시작된 ‘평화적’ 이용 역시 그런 태생적 한계에서 자유로울 수 없었다. 원자력 이용의 기원을 이해하기 위해 우리는 최초의 원자폭탄을 만들어낸 2차 대전기의 맨해튼 프로젝트로 되돌아가야 한다”라고 말한다.

다카기 진자부로도 그의 저서 「원자력 신화로부터의 해방」에서 나치즘의 위협에 대응한 원자탄 개발의 역사에 대해 다음과 같이 평가하고 있다. “원자력개발에 있어서 그것은 불행한 출발이었다고 생각한다. 사람들은 안전성이라든가 인간 생명에 대한 영향이라든가, 또 거기서 생기는 갖가지 방사성물질이 지구환경이나 인간에게 어떠한 영향을 주는가 하는 것을 생각하기보다는 우선 거대한 힘을 손에 넣고 보자는 데 혈안이 되었으며 우선 파괴력으로서 이러한 에너지를 가져야 한다는 것이 개발의 동기로 작용했던 것이다.”<sup>57)</sup>

야마모토 요시타카는 이와 같은 역사와 원자력의 파괴력에서 비롯한 무기로서의 특성이 ‘원자력 기술’ 자체에도 그림자를 드리우고 있다고 말한다. 따라서 원전 개발에 대해 결코 평화적 이용이라고 단언할 수 없다고 주장한다.

그는 저서 「후쿠시마, 일본 핵발전의 진실」에서 일본 원전 개발을 주도한 정치가들에 대해 “그들을 사로잡고 있었던 것은 먼저 핵기술을 산업규모로 습득하고, 핵무장이라는 미래의 선택지도 가능하게 해 두겠다는 대국화의 꿈이었다.”<sup>58)</sup>라고 말한다. “정치가들이 석유에서 원자력으로 에너지정책의 전환을 전망하고 있었다기 보다는, 오히려 정치 외교 면에서 원자력의 미래를 내다보며 중시하였다고 생각한 다”<sup>59)</sup>는 것이다. 이에 대한 근거로 그는 당시 총리대신이며 패전 전에 도조내각에서 상공장관으로 전시통제경제를 지도한 기시 노부스케의 회고록을 인용하고 있다.

요시타카는 특히 일본의 핵연료 재처리에 대해 “재처리 및 우라늄 농축은 모두 핵무기 재료(핵분열성 물질)의 생산과 직결되어 있다. 따라서 핵연료사이클의 실현은 일본의 잠재적 핵무장화로 이어주는 길을 열어주는 것이기도 하였다”<sup>60)</sup>라고 말하며 우려를 표했다.

다카기 진자부로 역시 “기술적으로 볼 때 군사용으로 쓸 수 없는 원자력기술과, 군사용으로만 쓸 수 있는 원자력기술로 나눌 수가 없다.”라며 의견을 같이 했

57) 다카기 진자부로, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.4.29, pp.29-30

58) 야마모토 요시타카, 「후쿠시마 일본 핵발전의 진실」, 2011.11.5, p.17

59) 동일 책, 동일 쪽

60) 동일 책, 31 쪽

다.<sup>61)</sup> 이러한 염려는 얼마 전인 6월 21일 일본이 원자력기본법 기본 방침에 ‘국가의 안전보장에 이바지하는 것을 목적으로 한다’라는 항목을 추가한 사실이 알려지며 더욱 실체화 되었다.

주요 언론 매체들이 이 사실을 크게 다루었다. 그 기사 중 상당수는 ‘일본의 핵무장 가능성’에 초점을 맞추었다. 서울신문은 2012년 6월 22일자 「정부 “의도 분석중…당장 핵무장 어려워” 전문가 “정치적으론 불가능…기술은 충분”」 기사에서 일본의 NPT 가입 사실, 국제원자력기구의 사찰, 일본 국민들의 강한 핵 비확산 정서를 근거로 들어 일본이 핵 무장을 할 가능성은 매우 낮다고 분석하였다.

그러나 한편으로는 “일각에서는 일본이 핵물질 농축 및 재처리 기술을 갖추고 있다는 점에서 방심할 수 없다”는 지적이 있음을 밝혔다.<sup>62)</sup> 같은 주제에 대해 한겨레 역시 6월 21일 「일 ‘핵무장’ 법적근거 마련…동북아 ‘핵경쟁’ 촉발 우려」에서 다음과 같이 기술하였다. “일본의 원자력기본법 개정은 동북아시아 정세에도 상당히 부정적으로 작용할 것으로 전망된다. 북한은 일본을 핑계로 핵보유를 정당화하려 할 가능성이 있고, 중국도 대만의 핵무장 도미노를 우려해 일본의 시도에 적극적으로 대응하려 할 것이다.”<sup>63)</sup>

원전의 이러한 파괴적 특성은 ‘원전 테러’에 대한 끔찍한 상상을 부추기기도 한다. 비록 많은 지면을 할애하지는 않았지만 야마모토 요시타카, 다카기 진자부로와 에너지기후정책연구소의 책에서는 모두 ‘원전 테러’에 대한 우려를 언급했다.

특히 캠퍹트의 책에서는 여객기 납치, 헬리콥터를 이용한 폭탄 투하, 비즈니스 제트나 군용 제트기를 탈취해 벌이는 자살 공격, 대형 화물트럭을 이용한 공격, 탱크나 병커를 파괴할 수 있는 무기를 이용한 지상 공격, 원전 건물 외부에 있는 전원 공급 시스템 파괴, 사이버테러 등 원전 테러에 대한 자세한 시나리오를 다룬다.<sup>64)</sup>

사이버 공격을 통한 ‘원전 테러’의 가능성에 대해서는 최근 SBS 드라마 「유령」에서도 소재로 다루며 화제가 된 바 있다. 몇몇 기사에서도 이러한 염려를 드러낸다. 탈핵법률가모임 해바라기의 대표인 김영희 씨 역시 최근 한겨레 칼럼을 통해 “원전 사고는 고장이나 자연재해 말고도 북한이 미사일이나 제트기로 원전에 테러를 가하는 경우에도 발생할 수 있는데, 이 경우 핵무기를 사용하는 것보다 더 큰 사고가 날 수 있다. 원전 안에는 엄청난 규모의 사용후 핵연료가 보관되어 있기 때문이다. 후쿠시마 원전 4호기에 보관되어 있는 1331개(원자로 3기 분량)의

61) 다카기 진자부로 「원자력신화로부터의 해방」, 2011.4.29, p.90

62) 김미경, 「정부 “의도 분석중…당장 핵무장 어려워” 전문가 “정치적으론 불가능…기술은 충분”」, 서울신문, 2012.06.22

63) 정남구, 김윤형, 「일 ‘핵무장’ 법적근거 마련…동북아 ‘핵경쟁’ 촉발 우려」, 한겨레, 2012.06.21

64) 캠퍹트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, pp.114-115

폐연료봉이 멜트다운될 경우 도쿄도 강제대피가 불가피하다고 보고 있다. 국내의 원전의 격납건물은 연료탱크가 가득 찬 상태인 점보비행기의 충돌에 견딜 수 없다. 진정한 공포의 대상은 원전이며, 원전을 폐쇄하는 것만이 공포에서 벗어나는 길이다.”<sup>65)</sup>라고 말했다.

### ■ 원자력 기술의 불완전성

이와 같이 원자력 발전의 평화성에 대한 의문을 낳은 원자력 기술 개발의 역사는 원자력 기술의 불완전성에 대한 비판 또한 만들었다. 전자가 원자력 기술 개발의 초기 목적에서 도출된 것이라면, 후자는 그 급진적 개발 과정의 산물이다. 원자력 기술이 태생적으로 불완전하다고 주장하는 많은 원자력 반대론자들은 이것이 여타의 에너지원과 같이 경험적으로 진화한 결과가 아니라, 전시라는 특수한 상황 속에서 과학자들의 이론에 의해 단기간에 만들어졌다는 점을 지적한다.

야마모토 요시타카는 “경험주의적으로 시작된 수력이나 풍력 또는 화력이라는 자연 동력 사용과는 달리 ‘원자력’이라 통칭되는 핵에너지의 기술적 사용, 즉 핵탄두와 원자로는 순수하게 물리학 이론에서 출발하여 탄생하였다. 여태까지 모든 무기가 경험주의적으로 형성되어 온 것과는 달리, 핵폭탄은 그 가능성이나 시동원리 역시 백퍼센트 물리학자의 두뇌에서 도출되었다. ... 그 결과는 그때까지 우수한 장인이나 기술자가 경험주의적으로 몸에 익혀 온 인간의 능력(capacity) 허용범위의 최대치를 밟고 넘어섰다고 본다.”라고 말한다. 고이데 히로아키는 이러한 문제를 “원전은 기계이고, 인간은 신이 아니다”라는 문장으로 압축한다.<sup>66)</sup>

원자력 발전의 몇 가지 특성은 원자력 기술이 불완전하고 부적절한 에너지 기술이라는 원전 반대론자들의 주장에 힘을 실어준다. 방사성 폐기물의 필연적 발생, 간접 전력 생산 방식과 낮은 에너지 효율, 가동과 정지 상태의 원활한 전환 불가, 예측·통제 불가능한 사고 등이 그것이다.

이 중 방사성 폐기물과 관련한 문제는 초기 반핵의 역사에서부터 원전의 근본 문제로 지적되어 왔다. “무해화가 불가능한 유독물질은 계속적으로 만들어낼 수밖에 없는 원자력발전은 아직 미숙한 기술이라고 할 수밖에 없다”<sup>67)</sup>는 것이 그 요지다. 특히 고이데 히로아키, 야마모토 요시타카, 다카기 진자부로와 같은 일본작가들은 이 방사성 폐기물을 ‘죽음의 재’라고 부른다. 이들은 이것의 필연적 발생과

65) 김영희, 「[시론] 진정한 공포의 대상은 원전이다 / 김영희」, 한겨레, 2012.06.06

66) 고이데 히로아키, 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」, 녹색평론사, 2011.12.29, p.68

67) 야마모토 요시타카, 「후쿠시마 일본 핵발전의 진실」, 2011.11.5, p.48

해악을 설명하는데 저서의 큰 비중을 할애했다. 이들의 주장을 요약하자면, 방사능 폐기물은 인간과 지구 환경에 해로운 방사능을 뿜어내는 '죽음의 재'이다. 이는 또한 원자력 발전의 특징이기 때문에 인간의 기술이 아무리 발전해도 방사성 폐기물의 발생을 막을 수 없다는 것이다.

고이데 히로아키는 저서 「원자력의 거짓말」에서 “우라늄을 태우면 반드시 ‘핵분열생성물’, 즉 ‘죽음의 재’가 발생합니다. 우리가 이산화탄소와 재를 발생시키지 않고는 물질을 태울 수 없는 것처럼, ‘죽음의 재’를 발생시키지 않고 우라늄을 태울 수는 없습니다. 전기를 만들되 동시에 ‘죽음의 재’도 만듭니다. 원자력 발전이 가지고 있는 위험의 ‘근원’이 여기에 있습니다”라고 말한다.

그의 주장에 따르면 ‘죽음의 재’의 필연적 발생을 예견하면서도 이를 딱히 해결할 수 없는 원자력 발전은 그 자체로 불완전하다.<sup>68)</sup> 원전의 낮은 에너지 효율, 유연하지 못한 가동 방식 역시 예견된, 그리고 고질적인 원자력 발전의 문제이다. 불행히도 이를 해결할 특별한 방법이 없다는 맥락에서 원전을 불완전한 에너지라고 지칭하는데 일조한다.

이와 같이 인간에게는 한계가 있으며 기술은 전능할 수 없다는 것을 보여주는 또 다른 예는 원자력 발전소의 예측·통제 불가능한 사고다. 이는 “원전은 기계이고, 인간은 신이 아니다”라는 특성을 특히 잘 반영한다. 야마모토 요시타카에 따르면 원자력 에너지는 “한 번 폭주를 시작하면 거의 절망적일 정도로 인간이 통제를 하기 힘들다.”라고 말한다. 또한 사고를 예측하기 힘들기 때문에 더더욱 올바른 대처가 어렵다.

지난 4월 경향신문에 실린 칼럼에서 일본에 거주하는 정치학자 더글라스 러미스는 후쿠시마 사고와 사고 대처 과정에서의 문제에 대해 “원전 노동자들을 탓하려는 게 아니다. 그들은 인간일 뿐이다. 실수를 범하지 않는 인간은 없다. 고장 나지 않는 기계도 없다. 간단히 말해 사고 없는 세계란 존재하지 않는다. 상식을 가진 사람들은 수십 년 간 이 얘기를 해왔다. 이제는 사람들이 이런 얘기에 지겨워할 정도가 됐다. 지겹든 그렇지 않든 그게 진실이다”라고 말한다.<sup>69)</sup>

## ▶ 원전 운영 및 관리에 대한 비판

### ■ 위험에 대한 서로 다른 정의

원자력에 찬성하는 정부와 사업자들은 국민들에게 원전이 안전하게 관리되고

68) 고이데 히로아키, 「원자력의 거짓말」, 녹색평론사, 2012.01.05, p.110-111

69) 손제민, 「더글러스 러미스 칼럼」 원자력은 절대 부패한다, 경향신문, 2012.4.18

있으니 안심해도 된다고 말한다. 원전 반대론자들은 그러나 원전에 있어서 안심은 불가능하다고 한다. 이들은 정부와 사업자는 국민들이 어떻게 위험을 인식하는지에 대해 이해할 필요가 있다고 말한다. 독일 반핵 단체 캠퍩트는 최근 펴낸 책에서 “안전이라는 개념은 용어를 써서 정의할 수 있는 객관적 상황을 말하는 것이 아니라, 위험에 대한 판단이나 위험의 정도에 대한 평가라고 할 수 있다.”라고 말한다.<sup>70)</sup>

앞서 인용한 더글라스 러미스의 칼럼에서도 다음과 같은 말을 통해 전문가와 일반인의 위험 인식 차이를 고려하지 못하는 원전 관리 실태를 꼬집는다. “‘사고’는 예기치 못한, 계획하지 않은 그 무언가를 의미한다. 위험한 활동들을 할 때 우리는 위험을 수용한다. 우리는 자동차 사고나 비행기 추락 확률이 매우 낮게 유지되는 한 그리 걱정하지 않는다. 하지만 원자로는 확률이 ‘낮다’는 말로 충분하지 않다. 원자로의 완전 용융이 가져올 결과는 너무도 끔찍해 원자로 건설을 정당화하려면 사고가 전혀 없을 거라는 확신을 줘야 한다. 문제는 이것이 불가능하다는 점뿐만 아니라 핵기술자와 핵무기 추진론자들을 머릿속 그리고 표와 그래프에만 존재하는 ‘환상의 세계’로 인도한다는 점이다. 너무도 상식적이어서 진부하게 들리는 “사고는 일어나기 마련”이라는 말이 적용되지 않는 세계 말이다”

1979년 TMI 사고와 1986년 체르노빌사고로 인해 세계 사람들은 방사성 오염의 파괴성을 실질적으로 인식하게 되었다. 사고의 경험으로부터 확인된 두려움과 불안은 실제로 수학적 사고 확률의 개념과는 별개의 문제이다. 다시 말해, 사고 발생 확률이 낮다고 하더라도 만일의 사태가 일어날 경우 파급력이 크다. 때문에 대중은 확률과는 별개로 원전의 운영을 ‘위험하다’고 느낀다는 것이다.

그러므로 원전을 운영할 때 단순히 사고가 날 ‘확률’이 낮다고 말하는 것은 대중의 불안함을 해소하는데 충분치 않다는 것이다. 이는 나아가 ‘확률’에 의존하는 원자력 전문가 집단의 속성은 만일의 사고에 대한 대비를 어렵게 한다는 지적이기도 하다.

또한, 이 ‘사고 확률’을 정의하는데 있어서도 어떤 계산을 쓰느냐에 따라 의견이 분분하다. 1960년대 말에서 1970년대 초에 경수로의 안전성에 대한 미국 원자력규제위원회의 연구를 총괄했던 라스뭇센 교수는 원자로의 거대 사고가 일어날 확률은 “양키스타디움에 운석이 떨어질 확률보다 낮다”고 말했다고 한다.<sup>71)</sup> 원자력 반대론자들은 이러한 계산법에 대해 “이 보고서는, 원자로의 거대사고는 당첨이나

70) 캠퍩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01

71) 다카기 진자부로 「원자력신화로부터의 해방」, 2011.4.29, p.100

아니냐 하는 복권식 확률로 계산될 수 없는 것이라는 점에서 나중에 비판을 받았다”<sup>72)</sup> 라고 말한다.

반핵론자들은 또한 이러한 보고서의 분석 결과를 수용한다고 하더라도, 이 계산이 원전 한 기를 대상으로 시간과 무관하게 수행된 결과이기에 실제적인 확률은 더 높아진다고 주장하기도 한다.

다카기 진자부로는 “예컨대 1,000년에 한번이라고 하면 아주 낮은 확률이라고 생각하겠지만, 이것이 원자로 1기에 대한 확률이라는 것을 잊어서는 안 된다. 현재 세계에는 400기가 넘는 원자로가 있으므로 1기당 1,000년에 한번의 대사고를 일으킬 수 있는 가능성이 있다고 하면, 곧 2.5년에 한 번 세계 어디에선가 대사고가 일어난다는 것이 된다. 그러므로 1,000년에 한번이라는 확률은 대단히 높은 것이다.”라고 말하며 역사적으로도 “실제로는 10년에 한번꼴로 대사고가 있었다”라고 말한다.<sup>73)</sup>

캠팩트의 책에서도 비슷한 방식의 계산이 나온다. “기술적 실패로 노심 용해가 일어날 확률을 1/100,000이라고 한다면 60년 동안에 현재 운용되고 있는 독일 원자력발전소 17기 중 하나에서 노심 용해가 발생할 확률은 대략 1%이다. ... EU에 있는 146기의 원자력발전소가 40년 동안 가동된다고 가정한다면 대재앙이 일어날 확률은 16%이다. 수많은 고장 시나리오와 시설 노후화에 따른 높은 위험은 이 계산에 넣지도 않았다.” 라며 “핵 재앙이 오늘 일어날 수도, 100년 후에 일어날 수도 있다고 가정하는 것이 확률 계산의 근본”이라고 주장한다.<sup>74)</sup>

#### ■ 원자력 안전규제 기관의 무능

이미 몇 차례 대형 원전 사고가 발생하였다. 그럼에도 대중의 위험 인식에 대한 이해 없이 낮은 사고 발생 확률을 주장하고 있다. 이는 사람들에게 안전에 대한 확신을 주기가 매우 어렵다. 더욱이 비판의 대상이 되는 것은 정부나 원자력계가 지금까지 이러한 믿음을 주려는 노력조차 소홀히 했다는 것이다.

야마모토 요시타카는 “후쿠시마 사고는 예견된 비극”이었다고 말한다. 그는 후쿠시마 발전소 설계 지적에 대한 일본 원자력계의 반응을 분석하고 다음과 같이 비판했다.

72) 동일 책, p.101

73) 동일책, pp.101-102

74) 캠팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, pp.76-77

“그들(원자력계)이 말하는 ‘책임감’은 원자력 발전을 멈추게 해서는 안 된다는 기업 입장에서 중압감을 가리킨다.”<sup>75)</sup>

캠팩트의 책 역시 “서장: 아톰달”에서 역시 많은 페이지를 할애하며 그동안 독일 원자력계가 어떻게 정부에 로비와 청탁 활동을 펼쳤는지를 설명한다.<sup>76)</sup>

우리나라의 경우에도 비슷한 지적이 있어왔다. 일례로 후쿠시마 사고 이후 실시한 원전 점검과 관련한 논란이 있다. 정부가 민간공동기구를 꾸려서 전국에서 가동 중인 21기의 원전을 모두 점검 대상으로 했다. 그러나 21기 원전에 대한 점검이 겨우 한 달 만에 완료되었다는 것이다. 따라서 줄속으로 진행되었으며 사실상 서류상의 점검에 그쳤다는 비판이다.

또 다른 예는 후쿠시마 사고 이후 지식경제부가 발표한 ‘안전을 이용한 지표’에 대한 비판이다. 국내 반핵운동가 양이원영은 2012년 4월 원자력대국민토론회에서 “지식경제부는 원전 이용률이 아닌 안전을 이용한 지표를 만들겠다고 발표했으나, 이는 1999년에 이미 발표했던 조치라는 것이다. 결국 정부가 13년 동안 이를 진행하지 않았다는 것이다.”<sup>77)</sup>라고 지적했다.

노후 원전을 경제성의 이유로 가동을 중지하지 않는 것에 대한 지적도 계속되고 있다. 5월 21일자 프레스안 기사에서는 “반핵단체는 현재 우리나라에서 가장 오래된 고리 원전 1호기에서 방사능 누출 사고가 발생하는 경우 최대 85만 명의 암 사망자와 최대 628조 원의 경제적 피해가 발생할 것이라는 모의실험 결과를 발표하기도 했다. 이는 노후 원전을 계속 가동시킬 경우 나타날 수 있는 위험이라는 주장인데, 이런 모의실험 결과에 대한 평가에 대해서는 정확히 알려진 바가 없는 듯하다. 그렇다면 시민사회는 이런 결과를 어떻게 받아들여야 할까.”<sup>78)</sup> 라고 의문을 제기했다.

이와 같은 정부 규제의 태만과 더불어 정부나 국제 규제 기관의 무능에 대한 지적도 나오고 있다. 국제적 원자력 안전규제 기관인 국제원자력기구(IAEA)에 대해서도 국내 반핵 측은 신뢰도에 의문을 제기하고 있다. 원자력 반대론자들은 국제원자력기구가 핵무기 사찰 관련 감시를 주로 하고 있고 원전 안전규제에 대해서는 하는 역할이 별로 없다고 주장한다. 그 역할에 있어서, 실제로 지금까지 국제원자력기구가 점검 결과에 따라 원전 폐쇄를 권고한 적이 한 번도 없다는 것을 예로 든다.

75) 야마모토 요시타카, 「후쿠시마 일본 핵발전의 진실」, 2011.11.5, pp.78-80

76) 캠팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01

77) 양이원영, 2012.4.26, 원자력 대국민 토론회

78) 김윤나영, 「고리원전 사고시 85만 명 사망, 피해액 628조」, 프레스안, 2012.5.20



게다가 일본 후쿠시마 원전 사고 이후에도 원전 옹호 행보를 이어오고 있다고 비판한다. 요컨대 원자력 반대론자들은 국제원자력기구의 점검은 신뢰성이 부족하고 실효성도 없고 오히려 원전 재가동의 근거가 되고 있다고 비판한다.<sup>79)</sup>

국내 한국원자력안전기구와 원자력안전위원회 등에 대한 비판적 논평 역시 끊임없이 생산된다. 한국원자력안전기구는 원자력 안전규제의 기술적 실무를 담당하는 기관이나, 그 권위가 지나치게 너무 약하다고 지적받는다.

이 기구는 관보에 의해 업무가 위탁되는 지원 기관이다. 이에 독립성이 떨어지고 긴급한 경우 방사선 재해로부터 국민을 보호할 수 있는 즉시 강제권도 갖고 있지 않다는 것이다. 또한 원자력 안전규제를 위한 연구개발 기금을 교과부나 지식경제부 등의 부처가 심의하게 된다. 따라서 재원의 독립성도 갖추기 못한다고 지적받는다.<sup>80)</sup>

후쿠시마 사고 이후 새롭게 체제를 갖춘 원자력안전위원회의 출범에 대해서도 처음부터 여러 가지 비판이 뒤따랐다. 원자력안전위원회는 원전 안전규제의 독립성과 자율성을 확충하기 위해 출범했다. 이는 교과부로부터 분리시켜 대통령 직속 기관으로 형태를 갖추는 모습을 보인 조치였다. 그러나 초대 위원장으로 원자력 산업계의 대표적 인사를 임명함으로써 원자력계로부터 독립된 기관이 되지 못했다고 반핵측은 비판한다.

또한 원자력안전위원회의 대다수 구성원이 원전 이해관계자들로 구성되었다고 지적했다. 이에 원자력안전위원회가 여전히 원자력 진흥의 성격을 띠는 가능성이 있다고 우려를 표했다. 안전규제 조직의 분리를 요구하는 국제 기준을 형식적으로 충족시킨 것일 뿐, 한국형 원전의 수출 확대를 꾀하려는 속셈이라는 것이다.

반핵 측은 원전 안전 관리 업무에서 진정한 독립성을 확보하고 공정하고 투명한 안전규제의 도입이 필요하다고 한다. 이를 위해서는 원전 전문가뿐만 아니라 환경, 보건의료, 공공안전 등 다양한 분야의 전문가들이 고루 참여해야 한다고 강조한다.<sup>81)82)</sup>

이렇듯 원자력 발전소의 안전 점검과 안전규제 업무에 대해서 믿고 맡길 만한 기관이 없다고 반핵측은 주장한다. 또한, 실질적으로 지역사회의 입장이 아니라 원자력 진흥의 관점에서 안전규제를 한다는 것이 반대 측의 가장 강력한 문제 제기라 할 수 있다. 이러한 비판적 시각에 대해서 어떻게 대응하고 설득할 수 있는

79) 한겨레, [사설] 고리원전 점검 국제원자력기구에 맡길 수 없다, 2012.04.13

80) 시사IN Live, 우리나라 원자력안전법 '불안 불안', 2011.06.22

81) 한겨레, [사설] 원전 확대론자가 원자력안전위원장이라니, 2011.10.25

82) 한겨레, [사설] 원자력안전위, 원전 안전보다 확대가 우선인가, 2012.03.22

가가 원자력계의 당면 과제라 할 것이다.

■ ‘원자력 카르텔’과 원자력 산업계의 폐쇄성

앞서 원자력안전위원회의 예에서 알 수 있듯이 많은 사람들은 정부의 원전 관리 태만이나 무능의 주요 원인으로 원자력 카르텔을 꼽는다. 야마모토 요시타카는 ‘원자력 마을’이라고 지칭하는 일본의 원자력 카르텔이 과시증적 행태를 보인다고 비난한다. 그는 원자력 개발이 애초에 국가 주도의 거대과학으로 시작된 탓에 내부 구성원들은 주체성을 상실했다고 한다.

따라서 “그들이 유일하게 비판정신을 드러내는 것은 반원전에 대응할 때”라고 꼬집는다. 또한 일본의 원자력 개발에 대해 “국민적 합의조차 형성되지 않았으며 거의 폭주화 하고 있다”고 비판한다.<sup>83)</sup>

그는 일본 원자력계의 행태에 대해 다음과 같이 말한다. “세금을 이용한 막대한 교부금으로 지방의회를 무너뜨리고 지자체가 재정적으로 원자력발전에 반대할 수 없는 상태로 몰아넣는다. 또한 정부의 후광을 업고 있는 전력 업계가 일반 기업이라면 생각조차 할 수 없는 엄청난 광고비용을 투입함으로써 거대 매스컴을 자기 세력화한다. 따라서 빈번하게 발생하는 소규모의 사고 혹은 문제점을 지속적으로 은폐하며 연구비 기부로 대학 연구실을 통째로 매수한다. 그리하여 현지 주민이나 매스컴 혹은 학계로부터 비판자를 배제하고 익찬(翼贊)체제를 만드는 방식이므로 이를 ‘원전과시즘’이라고 할 수밖에 없다.”<sup>84)</sup>

다가기 진자부로 역시 그의 책에서 “원자력산업에 관련된 데이터를 은폐하거나 날조하거나 또 글귀를 마음대로 고치거나 하는 일이 매우 많아졌다”고 지적한다. “옛날부터 원자력산업에는 이러저러한 비밀주의랄까 데이터를 감추는 체질”이 있었고, “거의 모든 사고가 ‘내부 고발’로 밝혀졌다”는 것이 이를 뒷받침한다고 주장한다.<sup>85)</sup>

원전 반대론자들은 이는 일본에서만 일어나는 일이 아니라고 말한다. 캠퍼트의 책 역시 많은 지면에서 독일의 원전 로비스트의 문제에 대해 다루고 있다.

유정민은 「탈핵-포스트 후쿠시마와 에너지 전환시대의 논리」에서 “한국과 일본은 원전 개발을 둘러싼 사회정치적 환경에서도 상당히 유사하다. 우선 두 나라 모두 정부의 적극적인 경제 개입을 통해 산업화를 달성했으며, 정부의 중앙 집중적

83) 야마모토 요시타카, 「후쿠시마 일본 핵발전의 진실」, 2011.11.5, pp.123

84) 같은 책, pp.124

85) 다카기 진자부로 「원자력신화로부터의 해방」, 2011.4.29, pp. 204-208

계획과 지원을 통해 원전 사업이 진행돼왔다. 특히 일본의 오랜 보수 자민당 중심의 정치 체제와 한국의 군사 독재 정치 체제는 원전의 계획과 운전에서 비민주적이고 불투명한 의사결정 구조를 만들었으며, 이것을 토대로 원자력 발전을 반대하는 목소리를 효과적으로 억누를 수 있는 권위를 행사했다.”라고 지적한다.

원자력 반대론자들은 이와 같이 원전 정책을 주도적으로 추진하면서 이에 따른 이익을 얻는 집단이 있다고 꾸준히 주장해왔다. 또한 폐쇄적이고 권위적인 원자력 산업계의 조직 문화가 사고 위험을 더욱 높이는 결과를 낳는다고 우려한다.

이러한 주장은 최근 기사를 통해 대중에게도 널리 알려지고 있다. 오마이뉴스는 3월 5일자 기사를 통해 “국가 주도로 대규모 기술 위험 산업을 진흥하면서 안전 소홀로 인한 잠재적 피해에 대해서 지역주민의 입장에서 규제를 하는 체계와 인적 구성을 갖추지 못했다”고 비판한다. 또한 “정책 성과 위주의 정부 관료, 이윤 추구를 목적으로 하는 대기업, 그리고 정부와 대기업에 유착된 원자력 관련 전문가 그룹이 존재하고, 일본에서는 ‘원자력촌’, 미국에서는 ‘원자력 마피아’라고 불리는 이들 ‘핵 카르텔’이 한국에도 존재한다”고 말했다.<sup>86)</sup>

진보신당 역시 보도 자료를 통해 “의사결정 과정에서 핵 카르텔이 올바른 절차를 따르지 않고 있다”고 비판한다. 예를 들어 원전 수명 연장 여부를 결정하는 절차에서 평가 보고서를 원자력안전위원회에 제출해서 심사받도록 하는 것만 규정되어 있다. 이 외에 지역주민의 의견 수렴이나 공청회가 빠져있다는 것이다.<sup>87)</sup>

토론회 등을 통해서도 이러한 지적이 끊임없이 제기되고 있다. 2012 원자력 커뮤니케이션 카이스트 패널토론에서 이경순은 원자력 기술 분야의 고도의 전문성에서 비롯되는 폐쇄적인 네트워크에 대해서도 저항감을 드러냈다.

원자력 전공 전문가들은 대부분 원자력 관련 업계에 종사한다. 이 경우 규제기관과 피규제기관의 인력이 같은 학교, 같은 학과 등의 학연으로 얽혀 문제가 된다는 것이다. 그는 이들 조직과 기관의 구성원 사이의 결속력 때문에, 객관적이고 중립적인 규제가 어렵다고 보았다.<sup>88)</sup>

이러한 원자력계 내부의 구조적 결속은 최근 원자력안전위원회의 간부 임용 과정에서 다시 한 번 여론의 도마 위에 올랐다. 원자력 찬성론자들은 이러한 조직 문화의 의구심에 대해 적절한 답변을 제시해야 한다. 그 후에 공정성, 독립성을 갖춘 안전규제에 대한 신뢰를 논할 수 있을 것이다.

86) 「일본 핵사고, 미래를 빼앗긴 아이들을 보라」, 오마이뉴스, 2012.03.05

87) 진보신당, 「정부의 의사결정을 '거수기'로 만드는 핵마피아!」, 2012.03.06

88) 이경순, 원자력 커뮤니케이션 카이스트 패널 토론, 2012

## ■ 원전 관리 현장의 문제

원자력계의 폐쇄성에서 오는 문제는 원전 관리 현장에까지 영향을 미친다. 지난 2월 고리 원전에서 정전사고가 발생하였다. 그 원인을 파악하면서 불거져 나온 것이 부품 납품 비리와 사고의 조직적인 은폐에 대한 논란이었다. 한 달 넘게 사고를 조직적으로 은폐한 것이 확인된 것이다. 원전 관리 현장의 허술함과 불투명한 조직 문화가 그대로 드러났다는 것이 반핵 측의 주장이다.

그리고 언론에 보도된 내용을 보고 대부분의 국민은 반핵 측의 주장이 옳다고 느끼게 되었다. 사고를 은폐한 한국수력원자력은 부패한 조직이라는 분위기이다. 이러한 기업에 안전이 최우선인 원전 운영을 맡긴다는 것은 말도 안 되는 일이라는 것이 인터넷 언론의 반응이었다.

또한 원자력안전위원회가 무능하다는 질타도 이어졌다. 원전 안전을 지켜야 할 원자력안전위원회가 한 달 동안이나 사실을 인지하지 못했다. 이에 대해 원전 안전보다는 진흥에 더 관심이 있기 때문이라고 반핵 측은 주장했다. 중고 부품과 가짜 부품을 납품하는 등의 납품 비리는 단순히 납품 업체와 담당자 간 뇌물 수수의 비리가 아니다. 이 문제는 대형 방사능 참사를 초래할 수 있는 심각한 상황이라는 비판을 받고 있다.<sup>89)</sup>

또한 우리나라에서는 크게 이슈화되지 않았지만 일본에서는 후쿠시마 사고 이후 원전 기업 종사자들이 노동 실태를 폭로했다. 이를 통해 원자력 산업계의 실질적인 노동 현장의 모습이 알려져 큰 충격을 전했다. 요점은 “원자력발전은 고도의 첨단기술들이 집적된 것처럼 여겨지지만, 그 현장은 문자 그대로 3D 직장이다. 대부분의 일을 하청 재하청업체와 임시고용노동자들이 담당하고 있다”는 것이다. 이와 함께 노동자들은 “지극히 위험한 작업을 강요”받게 되며, 이는 원전의 안전 관리 차원에서도 해로운 결과를 낳는다는 것이다.<sup>90)</sup>

야마모토 요시타카는 심지어 원전 안전 검사까지도 하청에 의지하고 있다는 사실이 드러났다고 이야기한다.<sup>91)</sup> 이와 같은 폭로는 원전 가동 현장에서의 안전 관리에 대한 깊은 의구심을 낳는다. 이는 또한 아니라 원전 운영의 윤리적인 면까지도 지적하게 된다.

## ▶ 원전 찬성론자의 주장에 대한 반박

후쿠시마 원전 사고 이후 눈에 띄는 원전 반대 논지의 변화가 또 있다. 기존에

89) 「부품이 짝퉁인데,,, 핵발전소 안전성 운운은 넌센스」, 오마이뉴스, 2012.05.04

90) 야마모토 요시타카, 「후쿠시마 일본 핵발전의 진실」, 2011.11.5, pp.61-65

91) 동일 책, p.72

기정사실화 되어왔던 원전 찬성론자의 주장에 대한 구체적이고 세부적인 반박이 속출하고 있다는 점이다. 이는 앞선 주장들과 같이 원전 찬성론자들이 간과하고 있던 부분에 대한 지적이 아니다. 같은 이슈에 대한 전혀 다른 해석을 내어놓음으로서 더욱 큰 논란을 야기할 가능성이 있는 것이다. 그러므로 각각의 이슈에 대한 양측의 논리와 근거를 면밀히 검토할 필요가 있다.

### ① 원전의 친환경성

흔히 원자력의 강점을 이야기할 때 이산화탄소를 배출하지 않는 친환경적이고 발전 단가가 낮은 경제적인 에너지라고 한다. 원전의 친환경성에 대해 지적하는 원자력 반대론자들의 주장을 검토해보면, 원자력이 친환경적이지 않다는 주요 논거는 발전 과정에서의 폐기물 발생과 지구 온난화 해결에 대한 실질적 무(無) 기여 두 가지 관점으로 압축된다.

#### ■ 발전 과정의 방사성 폐기물

원자력 발전 과정에서의 폐기물, 즉 방사성 폐기물은 원전의 가장 큰 취약점 중 하나이다. 원자력 반대론자들은 오래 전부터 원자력은 친환경 에너지가 아니라고 주장해 왔다. 핵 연료인 우라늄 채취와 농축 과정, 원자로 운영과 폐로, 사용후핵연료의 재처리와 최종 처분 등 원자력 발전의 모든 과정에서 오염 발생은 물론 방사성 폐기물도 발생한다. 또한 고준위 방사성 폐기물의 저준위화가 현재로서는 가능하지 않다는 이유도 있다.

원자력 반대론자들은 특히 고준위 방사성 핵 물질의 반감기가 수십만 년인 핵종의 경우를 제시한다. 이로써 지구상의 미래세대에게 위협을 넘겨준다는 윤리적 이슈를 문제 삼는다. 게다가 현존하는 기술로는 이런 방사성 폐기물을 최종적으로 안전하게 처리할 수 없다는 것이 환경적 측면에서 가장 위험하다는 것이다.<sup>92)</sup>

고이데 히로아키는 “발전 시에 이산화탄소를 발생시키지 않는다는 점만을 한정적으로 잡아서 ‘깨끗하다’고 표현하지는 말아야 한다고 생각한다”라는 일본광고심사기구(JARO)의 심사평을 인용한다. 또한, “‘우라늄광산’에서 우라늄을 채굴하는 단계에서 비롯하여, 그것을 ‘제련’하고, 핵분열성 우라늄을 ‘농축’하고, 원자로 안에서 태울 수 있도록 ‘가공’해야 합니다. 그 모든 단계에서 방대한 자재와 에너지가 투입되고, 방대한 폐기물이 남습니다.”<sup>93)</sup>라고 말한다.

92) 그린피스, <http://www.greenpeace.org/korea/campaigns/nuclear-free-korea/nuclear-facts/>

다카기 진자부로는 방사능이 이산화탄소보다 훨씬 환경에 해로움에도 불구하고“(일본의) 통산성이나 전력회사들은 이산화탄소는 규제해야 한다고 주장하면서도 방사능에 대해서는 아무 말도 하지 않는다.”<sup>94)</sup>고 비난한다.

원전 반대론자들은 방사성 폐기물의 위험성을 강조하기 위해 이를 ‘죽음의 재’라고 부른다. 고이데 히로아키는 원자력 발전의 부산물로 나온 죽음의 재가 히로시마원폭 약 80만개분에 달한다고 주장한다.

그는 자신의 책에서 “원자력으로 전기를 그만큼 만들었다는 것은 ‘죽음의 재’도 그만큼 확실히 생겼다는 뜻입니다. 그것이 쌓이고 또 쌓여서 히로시마원폭 약 120만개분에 이를 정도가 되었습니다. 방사능의 감쇠를 고려해도 이미 80만 발분을 넘었습니다. 일본 곳곳에, 히로시마를 꺾멸시켰던 핵폭탄의 80만 배나 되는 ‘죽음의 재’가 쌓여있는 것입니다. 후쿠시마원전 사고는 그중 극히 일부가 튀어나왔을 뿐입니다. 단지 그것뿐인데도 안심하고 물을 마실 수도 없고 공기를 들이쉬 수도 없게 되었습니다. 정말로 원전은 무서운 것입니다.”라고 호소한다.<sup>95)</sup>

반핵론자들이 방사성 폐기물 문제를 심각하게 제기하는 이유 중 하나는 이와 같은 폐기물의 수명이 매우 길기 때문이다. 야마모토 요시타카는 “플루토늄 239는 반감기가 약 2만 4천 년이고 방사능이 사라질 때까지는 50만년이 걸린다. … 그 밖에 반감기가 수천 년 이상의 핵종도 포함된다는 사실을 고려하면 영구적인 위협”이라고 주장한다.<sup>96)</sup>

캠팩트의 책에는 방사성 폐기물의 수명에 대한 인상적인 구절이 있다. “고대 문화는 동굴 벽화와 인상적인 건축물을 남겼지만 우리 문화는 바로 이 유독한 핵폐기물을 길이길이 남길 것이다. 먼 훗날 사람들이 우리의 원자력-화석 연료 시대를, 후손에게 어리석은 짓과 무책임한 짓을 한 시대로 기록하리라는 것은 얼마든지 가능하다.”<sup>97)</sup>라는 문장이다.

#### ■ 지구 온난화에 대한 실질적 무(無)기여

방사성 폐기물에 대한 오랜 지적과 더불어 최근에는 원자력 발전소가 지구 온난화에 실질적으로 기여하지 않는다는 주장이 나오고 있다.

93) 고이데 히로아키, 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」, 녹색평론사, 2011.12.29, p.90

94) 다카기 진자부로 「원자력신화로부터의 해방」, 2011.4.29, p.159

95) 고이데 히로아키, 「원자력의 거짓말」, 녹색평론사, 2012.01.05, p.112

96) 야마모토 요시타카, 「후쿠시마 일본 핵발전의 진실」, 2011.11.5, pp.

97) 캠팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, p.199

다카기 진자부로는 원전이 전체 에너지 믹스에서 차지하는 비중이 과장되어 있다고 말한다. 세계 에너지 소비에서 전력이 차지하는 비중이 크지 않고, 그중에서도 원자력은 단지 일부이며, 17%(2008년 기준)의 전력 중에서 13.5%만이 원자력 전기라는 것이다. 따라서 원자력이 세계 최종 에너지 소비에서 담당하는 비중은 2% 남짓이라고 주장한다.

그는 만약 원자력이 자동차, 난방에까지 사용된다면, 온실가스 감축 효과는 커질 것이라 한다. 그러나 최근 원전의 건설 추이와 시장 상황으로 보아 이는 거의 실현 불가능하다고 말한다. 발전 과정에서의 온실가스 배출을 줄이기 위해 석탄 발전을 원자력 발전으로 대체하는 경우 약 1600기의 원전이 필요하다는 추산이다. 노후화된 원전의 교체까지 고려하면 2035년까지 2000기 정도의 원전을 지어야 한다는 계산이다. 수송과 난방 에너지까지 원전으로 대체하려면 2000기보다 훨씬 많은 원전 인프라를 건설해야 할 것이다. 결국 원자력 발전에 의해 온실가스 감축 효과는 총 에너지 부문 배출량의 27%에 불과하다는 주장이다.<sup>98)</sup>

원전 가동 과정에서 배출되는 이산화탄소에 대한 지적도 나온다. 원전 반대론자들은 원전 가동을 위한 전 과정에서 배출되는 이산화탄소가 재생에너지에 비해 더 높은 수준이라고 주장한다. 원자력 발전 과정 자체에서는 이산화탄소가 발생하지 않는다. 그러나 우라늄 채광, 농축, 재처리, 최종처리 등의 과정에서는 발생하게 된다고 강조한다.

또한 원자력 반대론자들은 원자력 발전소를 향후 2050년까지 4배로 증설한다고 하더라도 겨우 6%의 탄소 절감에 기여할 뿐이라는 수치를 제시한다. 반면 재생에너지 보급 확대와 에너지 효율 향상을 병행하여 추진하는 경우 원자력 발전에 비해 10배 이상 탄소 절감 효과를 거둘 수 있다고 주장한다.<sup>99)</sup>

고이데 히로아키는 “원자로를 건설하기 위해서도 방대한 자재와 에너지가 필요하고, 운전하기 위해서 또다시 방대한 자재와 에너지가 필요하며 ... 이 방대한 자재들을 공급하고, 시설을 건설하고, 운전하기 위해서 많은 양의 화석연료가 사용 됩니다.”라고 말한다.

그는 “결국 원자로를 가동하기 위해서는 방대한 양의 이산화탄소가 방출된다.”고 한다. “사실이 이러하기에 국가와 전력회사도 ‘발전할 때에’라는 말을 첨가할 수밖에 없다”고 말한다. 심지어 그 ‘발전할 때에’라는 말조차 “(이것이) 원자력발전소를 가동시킨다는 것을 의미한다면, 원자력발전소 건설과 운전에도 방대한 자재

98) 김명진 외 5명, 「탈핵, 포스트 후쿠시마와 에너지 전환 시대의 논리」, 2011.06

99) 김명자, 「원자력 발전과 환경산업의 융합적 발전방안 연구」, 2009.05

와 화석연료가 필요하므로 그 선전 또한 옳지 않다.”고 역설한다.<sup>100)</sup>

반원자력 주장에서 강조하는 것은 재생 에너지의 확대이다. 기술 발전에 따라 가격이 낮아지고 있다. 이에 현재 가장 비싼 재생 가능 에너지인 태양광의 경우에도 원자력보다 비용이 저렴하다는 주장이다. 따라서 원전 건설에 의한 온실가스 감축 정책은 훨씬 더 가능성이 있는 정책 대안의 잠재력을 포기하는 셈이라는 비판이다.<sup>101)</sup>

심지어 일부 극단적인 원전 반대론자의 경우 이산화탄소 배출이 지구 온난화를 조장한다는 것 자체가 검증되지 않았다고 주장하기도 한다.<sup>102)</sup>

## ② 원전의 경제성

원전의 찬성론자가 강조하는 가장 큰 강점은 경제성이 크다는 것이었다. 재생 가능 에너지는 물론 화석연료를 발전원으로 하는 화력 발전과 비교할 때 발전 단가가 매우 저렴하다. 이것이 원전 확대의 이유 중의 하나였기 때문이다. 초기의 자본집약적 성격을 감안하더라도 일단 원전이 건설되면 가동과 운영, 연료 가격 등에서 경쟁력이 있다는 것이 찬성론의 근거였다.

그러나 후쿠시마 사고 이후 원자력 반대론자의 연구와 주장은 원전의 경제성에 관한 믿음을 심각하게 훼손하는 수준으로 나아가고 있다. 원전 반대론자가 원전의 경제성을 낮게 평가하는 근거는 ‘원전의 낮은 에너지 효율’, ‘짜지 않은 발전 단가’, ‘저급한 일자리 창출’ 이 세 가지로 압축된다.

### ■ 원전의 낮은 에너지 효율

고이데 히로아키는 원자력 발전소에 대해 “‘원자력 발전’이라고 하면, 고도의 과학기술을 이용한 어려운 발전 방식이라는 이미지가 있을지도 모릅니다. 그러나 사실은 그다지 복잡한 일은 아닙니다. 단지 물을 끓이고 있을 뿐입니다.”라고 설명한다. 원자력 반대론자들은 이와 같은 간접 전력 생산 방식에서 손실되는 에너지의 양이 엄청나다고 주장한다.

원전의 가동 방식 역시 이러한 비효율성에 일조한다. 한겨레는 지난 9월 14일자

100) 고이데 히로아키, 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」, 녹색평론사, 2011.12.29, pp.90-92

101) 김명진 외 5명, 「탈핵, 포스트 후쿠시마와 에너지 전환 시대의 논리」, 2011.06

102) 고이데 히로아키, 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」, 녹색평론사, 2011.12.29, p.81-86



기사 「“원자력 발전 단가 화력보다 싸지 않다”」에서 “원전은 한번 가동을 시작하면 전력소비량이 줄어도 잠시 멈춰 세울 수가 없다. 이 때문에 전력이 남아도는 시간에 이 전력으로 물을 펴올렸다가, 전력 소비가 많은 시간에 이 물로 발전을 한다. 오시마 교수는 이 양수발전 비용까지 고려한 원전의 발전 총단가는 1kWh당 10.11엔으로 화력발전보다 오히려 비싸다고 지적했다.”라고 전한다.

이러한 기저발전 방식에 대해서는 후쿠시마 사고 이전부터 종종 지적이 있어왔다. 이러한 발전 방식은 그 자체로도 비효율적이지만, 송전 과정에서 에너지 손실이 크다는 것이다. 특히 에너지 소비지와 발전지의 거리가 먼 원자력 발전의 특정 상 송전 과정에서의 에너지 손실은 막대할 수밖에 없다.<sup>103)</sup>

원자력 반대론자들은 “원자력 공포에서 벗어나는 가장 좋은 방법은 원전을 멈추는 것이다.”라고 말한다. “이에 대해 ‘원자력의 대안은 있는가’라는 반론이 나오지만, 전기가 부족하든 부족하지 않든 모든 원전을 즉각 멈추어야 한다. 곧 원전을 멈추어도 전력은 충분하다는 결론을 얻게 될 것이다. 다음과 같은 사실이 위의 주장을 뒷받침한다. (일본 전기의) 약 30퍼센트가 원자력이지만 발전 설비량에서 보면 이는 사실 18퍼센트에 불과하다. 설비이용률의 측면에서 원자력발전은 약 70퍼센트, 화력발전소는 약 48퍼센트, 즉 절반 이상이 가동을 멈추고 있던 셈이다. 따라서 원자력발전소를 모두 정지 시켜도 파손된 화력발전소를 복구하고 그 가동률을 70퍼센트까지 올리면 충분히 전기소비량을 충당할 수 있다. 게다가 전력소비를 일년 단위로 살펴볼 때, 피크는 한여름 며칠간에 불과하다.”<sup>104)</sup>라는 것이다.

### ■ 싸지 않은 발전 단가

후쿠시마 사고 이후 가장 뜨거운 이슈로 떠오른 것 중 하나는 후쿠시마 사고의 후처리 비용이다. 이와 함께 원자력의 발전 단가에 대해서도 재고려 해야 한다는 주장이 힘을 얻고 있다.

한겨레에서는 지난 9월, 이에 대한 자세한 소식을 전했다. 요지는 “최근 일본의 민간 싱크탱크들이 원자력 발전의 단가가 일본 전력업계 추산치의 갑절에 이르는 새 연구 결과를 일본 정부에 보고해, 원전의 경제성을 둘러싼 논란이 커질 것으로 보인다.”는 것이다.

이에 대한 자세한 근거 역시 다음과 같이 보도하고 있다. “아키토모 게이고 지구환경산업기술연구기구 시스템연구그룹장은 13일 일본 내각부 원자력안전위원회

103) 윤순진, 「[환경칼럼]전기, 어디서 오는지 아시나요?」, 경향신문, 2010.05.20

104) 고이데 히로아키, 「원자력의 거짓말」, 녹색평론사, 2012.01.05, p.

에 낸 보고서에서 “원전의 가동률이 60~85%일 경우 원전 발전단가(2005년 기준)는 1kWh당 12.5~8.1엔”이라고 밝혔다. 이런 추산 결과는 일본의 전력업계 단체인 전기사업연합회가 2003년 내놓은 단가의 거의 갑절에 이르는 것이다. 전기사업연합회는 당시 보고서에서 원전 가동률이 80%일 경우 발전단가는 1kWh당 5.3엔(약 74원)이라고 추산했다. 1kWh당 6.2엔인 천연가스 화력발전과 맞먹고, 석유 화력발전의 10.7엔에 견주면 절반에 불과하다는 것이었다.”

또한 “새로 추산한 발전단가가 전기사업연합회 수치보다 크게 높은 것은, 원전의 실제 가동률이 낮은 것도 한 원인으로 꼽힌다. 전기사업연합회는 애초 원전 가동률을 80%로 가정했으나, 2010년 실제 가동률은 67.3%에 그쳤다. 원전이 노후화하고 과거엔 숨겨지던 사고도 드러나면서, 가동을 중단하는 사례가 잦아진 까닭이다.”라고 분석했다.

또 다른 분석 결과도 보도했다. “순수 발전단가 외에 부대비용까지 고려하면 원전의 발전단가는 더 비싸다는 분석 결과도 나왔다. 오시마 겐이치 리쓰메이칸대학교 교수는 2000~2007년 사이 원전의 순수 발전단가는 1kWh당 7.29엔이었지만, 개발비용으로 1.18엔, 입지 비용으로 0.46엔이 더 들었다고 지난해 논문에서 밝혔다. 이에 따른 원전의 발전 총 단가는 1kWh당 8.93엔으로, 화력발전의 9.02엔과 거의 차이가 없다는 것이다.”<sup>105)</sup>

일본의 반핵운동가들 역시 이와 같은 점을 문제 삼아왔다. 다카기 진자부로의 책에 이와 같은 지적이 자세히 설명되어있으며 이에 대한 요약은 다음과 같다.

일본의 자원에너지청은 1976년부터 원자력이 다른 발전원에 비해서 값이 싸다고 강조해 왔다. 그 자료로서 1980년대에 발표된 자료는 원자력 발전 단가가 킬로와트시(kWh) 당 9~10엔이다. 이는 당시 화력발전에 비해 2엔 정도가 싼 가격이다. 그러나 이런 방식의 계산은 정확치 않다. 원자력의 비용으로 넣어야 할 일부 비용을 포함시키지 않았기 때문이다.

1990년대 들어서는 기존의 계산 방식으로도 원자력의 상대적 장점이 상당 부분 흔들리게 되었다. 첫째, 수입 석탄에 의한 석탄 화력 발전 단가가 원자력보다 조금 더 싸다는 계산 결과가 나온 것이다. 원자력은 킬로와트시 당 9~20엔 정도로 1980년대와 같았는데, 석탄 화력이나 LNG 화력은 1994년 자원에너지청의 산정 기준으로 9엔 정도였다. 이에 외환 시세가 결합하는 형세가 되며, 원자력이 싸다는 얘기는 무너졌다.

고준위 방사성 폐기물의 최종 처분 비용은 불확실한 측면이 있다. 따라서 원전

105) 정남구, 「원자력 발전단가 화력보다 싸지 않다」, 한겨레, 2011.9.14

비용에 포함시킬 때 추정치를 넣어 경제성을 판단한다. 원전 찬성론자들은 석유에 대해서도 원자력이 1~1.5엔의 우위를 유지할 수 있다고 주장하지만, 불확실한 비용을 포함한다면 정확한 비교가 어렵다. 또한 원전 운영에 부대적인 각종 비용이 포함되지 않았다. 예를 들면 정부의 직간접적 원자력 관련 경비가 반영되지 않았다는 것이다. 그리고 전력회사가 투입하고 있는 각종 원전 건설 대책비나 막대한 홍보비도 원자력 관련 경비에 들어있지 않다.<sup>106)</sup>

이는 비단 일본만의 문제가 아니다. 캄팩트 역시 독일 원전의 경제성 문제를 자세히 다루고 있다. “2010년 여름 원전 기업들은 연방정부가 비싼 연료 정책을 고수하면 원전 가동을 중단하겠다고 ‘위협했다.’ … 그럼으로써 이들은 원전 반대자들이 전부터 주장한 것 즉 보조금, 세금 특혜, 특권이 없으면 원전은 별이가 안된다는 것을 처음으로 인정했다.”라는 것이다.

캄팩트의 저서에 따르면 미국 역시 같은 상황이다. “미국에서는 시설이 같다고 볼 때 당시 화력발전소 전기 값은 kwh당 2~3.5 페니히였으나 원전 전기 값은 21.8 페니히였다.”<sup>107)</sup>

그린피스의 에너지 전문가 안드레 빌링은 “원전과 화력발전소가 똑같이 보조금을 받으면서도 신재생에너지에 대해 불평하는 것은 단견(短見)이고 뻔뻔스러운 일이다. … 전기 요금에 대한 공정한 계산이 있었다면 많은 신재생에너지 시설은 지금쯤 원조 없이도 경쟁할 수 있을 것이다. 원자력은 전기 생산에 있어서 가장 위험한 형태이자 가장 비용이 많이 드는 형태이다. 원전 사업자는 독일 국민에게서 전기 요금과 세금 두 가지를 징수하는 셈이다.”라고 말했다.

우리나라도 후쿠시마 사고 이후 반핵 측으로부터 원자력 전기의 경제성 논란이 빚어짐에 따라 경제성 재산정 작업이 불가피하게 되었다. 원자력 발전 단가는 나라마다 차이가 있다. 또한 재생 에너지 대비 경제성 비교의 차이에서도 편차가 크다. 그러나 계속 논란이 되어 온 것은 현재 한국의 전력 요금이 싼 것은 원전 사고에 대비한 비용이 충분히 포함되어 있지 않기 때문이라는 주장이다.

프리티안은 3월 5일자 「"원자력은 싸다"?…MB의 거짓말」에서 “한수원이나 원자력문화재단은 ‘원자력은 경제적인 에너지’라고 홍보할 뿐 산정 근거는 공개하지 않고 있다.”라고 지적한다. 특히 사고가 났을 경우 한국의 ‘유한 책임’ 제도에 대해 강하게 비판하고 있다.

한국의 전력 요금에는 이런 사고에 대비한 비용이 포함되어 있을까. 다른 나라

106) 다카기 진자부로, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, pp.116-135

107) 캄팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, pp.308-316

와 마찬가지로 대규모 피해에 대비해 전력회사에 일정의 피해보상액을 미리 확보 하도록 하는 '원자력손해배상법'이 있다. 그러나 우리나라는 사고가 났을 때 전력 회사가 부담해야 하는 배상 액수는 제한적이고, 이에 대비하기 위한 원자력책임 보험료마저도 경감시켜주고 있다.

우리나라는 원전 사고가 일어났을 때 전력회사가 3억 SDR(IMF 준비통화 단위), 한화로 약 5000억 원 가량을 한도로 배상책임을 지도록 규정하고 있다. 일본이 1200억 엔, 약 1조5600억 원으로 정하는 것을 감안하면 큰 차이가 나는 액수다. 게다가 일본의 경우 1200억 엔은 최소 확보 금액이고 그 이상은 '무한 책임'을 규정하고 있는 반면, 한국은 '유한 책임'이라 5000억 원 이상의 피해는 정부가 지원하도록 되어있다.

후쿠시마 사고만 해도 앞으로 40년 이상은 걸릴 배상, 제염, 폐로 비용은 100조 엔에 달할 것으로 예상된다. 일본 정부의 위원회는 2011~2012년 간만의 피해 보상 금액만으로 4조 5000억 엔으로 예상하고 있다. 우리나라의 전력회사가 부담하는 배상금액은 물론 일본의 회사에 부과된 금액도 훌쩍 넘어선 수치다. 사실상 원전 사고에 따른 피해 부담은 전력회사가 아닌 국민의 세금으로 이뤄지게 되는 셈이다.

게다가 한국의 전력회사는 배상금액 5000억 원을 확보하고 있지도 않다. 장정욱 마쓰야마대학 경제학부 교수는 "대통령령으로 전력회사의 확보 금액을 특별히 낮출 수 있도록 해 원자력 책임 보험금은 실질적으로는 불과 500억 원만을 확보하고 있는 상황"이라며 "반면 원자력 사업자를 위한 원자력 재산 보험금은 약 1조 원에 달한다"고 꼬집었다.

장정욱 교수는 "만약 원자력 사업자의 부담을 국민의 세금으로 경감시켜주는 이러한 제도가 없다면 원자력 발전소를 짓고 운영할 수 없었을 것"이라며 "현재 대통령령에 따른 경감 조치를 복귀시키기만 해도 현재 한전이 부담해야 할 비용은 열배 이상 늘어날 것"이라고 지적했다.<sup>108)</sup>

이러한 논란은 후쿠시마 사고 이후 처리 과정에서 여실히 실체를 드러내고 있어서 원자력계를 당혹케 한다. 원전 사고 처리 비용을 감당하지 못하게 된 도쿄전력은 일본 정부에 사실상의 처리 권한을 120억 달러에 넘기겠다고 밝힌 바 있다.<sup>109)</sup>

만일의 사고에 대비하는 비용뿐만 아니라 원자력 발전 단가 계산에서 원자력

108) 채은하, 「"원자력은 싸다?"...MB의 거짓말」, 프레시안, 2012.03.05

109) TEPCO 'offers controlling stake' to Japan govt, 2012.4.27,

(<http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/TEPCO-offers-controlling-stake-to-Japan-govt-999.html>)

R&D 비용이 포함되었는가의 논란도 계속 제기된다. 원자력의 경제성을 논할 때, 막대한 R&D 비용까지 포함시킨다면 경제성에서 원전의 이점은 더욱 줄어든다는 것이 반핵 측의 주장이다. 원자력 관련 R&D 비용은 다른 분야에 비해 훨씬 더 장기적이고 규모가 크다는 것이 특징이다. 원자탄 개발 이래로 거대과학의 전형으로서 현대 기술문명을 비판하는 데 있어 속죄양이 되었던 기록을 남기고 있다.<sup>110)</sup>

#### ■ 저급한 일자리 창출

원전은 사회적으로 일자리를 창출한다는 주장 역시 그동안 원자력 발전의 경제성을 뒷받침해왔다. 그러나 원자력 반대론자들은 원자력 에너지 산업보다 재생에너지 산업의 고용 효과가 더 높고 산업 발전 잠재량 또한 더 크다고 주장한다.

독일의 사례가 이러한 주장을 뒷받침한다. 독일의 경우, 원전의 최대 고용기준은 2002년 기준 3만여 명이었다. 반면 2011년 기준 재생에너지 산업의 최대 고용기준은 38만 2천 명이었다. 즉 원자력 발전에 비해 재생에너지 산업에 투자하는 것이 더 많은 일자리 창출을 할 수 있다는 주장이다.<sup>111)</sup> 우리나라의 경우에 대해서도 구체적 검토가 필요하다.

원전이 창출하는 일자리의 경우, 앞서 말한 바와 같이 일용 노동자와 같은 3D 직업이기 때문에 실질적으로 경제 성장에 도움이 되지 않는다는 지적 또한 있다.

다카기 진자부로는 “(원자력 산업의 경우) 비용절감 압력도 워낙 강하기 때문에 이러저러한 감축이 진행되어 노동조건도 좋지 않은데다가, 원전은 방사능문제가 있어서 위험도가 갈수록 높아지고 있다. 그렇기 때문에 원자력산업은 더 이상 예전처럼 모두가 동경하는 산업이 결코 아닌 것이다. 여기다가 교육훈련 부족까지 곁들여져서 참으로 참담한 노동조건이 되고 만 것이 아닌가 생각한다.”<sup>112)</sup>라고 말했다.

이상 후쿠시마 이후 원자력 발전의 경제성에 대해서 살펴보았다. 반핵 측의 끈질긴 새로운 연구결과가 도출되면서, 원자력의 경제성에 대한 믿음은 흔들리고 있다. 독일 연방 환경부는 경제성을 이유로 원전의 수명이 연장된다 하더라도 그것이 낮은 전기료로 이어지는 것은 아니라고 언급했다.<sup>113)</sup>

후쿠시마 이후 불거진 원자력 발전의 경제성에 대한 논란을 정리하기 위해서는

110) 임경순, 「원자력 커뮤니케이션 카이스트 패널 토론」, 2012

111) 양이원영, 원자력 대국민 토론회, 2012

112) 다카기 진자부로, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, p.210

113) 김명자, 2009.5, '원자력 발전(發電)과 환경산업의 융합적 발전방안 연구' 보고서 부록 A. 원자력에 관한 독일 연방 환경부의 Q&A 자료

기존의 데이터가 아니라 근본적인 재작업에 의해 결과를 다시 산출해야 할 것이다.

### ③ 원전의 안전성

원자력 반대론자들은 ‘원자력 발전소는 안전하다’라는 명제가 정부를 비롯한 원전 진흥 세력에 의해 만들어진 신화라고 주장한다. 다카기 진자부로는 일본 정부와 사업자가 <원자력 안전백서>(1998년판) 등을 통해 간접적이거나 ‘원전의 기술적 안전’은 충분히 확보되었으며, 문제는 이를 어떻게 잘 전달, 교육시켜 국민들을 ‘안심’시키느냐의 차원에서 발생한다’는 논리를 끊임없이 확장해왔다고 분석한다. 그러나 저자는 ‘몬쥬’ 사고, JCO 사고, 최근의 후쿠시마 원전 사고까지 이어져온 원자력 사고의 역사는 원전의 기술적 안전에 대해 더 이상 신뢰할 수 없게 만든다고 말한다.<sup>114)</sup>

야마모토 요시타카나 캠퍹트, 에너지기후정책연구소, 고이데 히로아키 역시 역사적인 사건에서 살폈을 때 ‘사고는 적어도 10년에 한 번 일어난다, 그러므로 전문가들이 주장하는 원전의 안전성에 대해 신뢰할 수 없다’고 입을 모은다.

다카기 진자부로는 또한 원자력 전문가들이 원전의 안전성에 대해 자신 있게 내어놓는 원전의 다중방호시스템에 대해서도 의문을 제기한다. 그는 “이것(다중방호시스템)을 하나하나 점검해보면 결코 방사능을 가둬놓고 안전을 확보하는 방호시스템이 아니라는 것을 알 수 있다.”라고 말한다. “단 한가지 원인으로 방호시스템은 완전히 무너질 수 있다.”라고 주장한다.

특히 이번 후쿠시마 사고와 같이 단 하나의 원인 때문에 모든 방호가 무너져버리는 ‘공통요인고장’을 예로 든다. “장시간의 정전사고나 원자로의 화재, 큰 지진 중 어떤 한 가지 요소가 작용해서 모든 시스템이 왕창 무너졌다는 사실이 알려지면서 다중방호가 당초의 생각처럼 완벽하지 않을지도 모른다는 생각을 하게 되었다.”고 말한다.<sup>115)</sup>

그는 또한 다른 관점에서, 인간과 기계가 뒤엉켜서 일으키는 문제가 발단이 되어 사고가 일어나 그것이 장치의 결함으로 이어지는 경우를 생각한다. 즉 인간과 기계가 서로 작용해서 도미노 현상처럼 사고가 커질 경우는 “공학적인 ‘벽’으로 방어할 수 없는 문제”라고 역설한다. “인위적 실수, 인간이 관련된 사고에서는 아무리 공학적인 안전성을 강조해보았자 안전은 확보되지 않는다는 것을 알게 되었으며 우리는 그것을 JCO사고에서도 새삼 통감하게 되었다.”는 것이다.<sup>116)</sup>

114) 다카기 진자부로, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, pp. 101-108

115) 다카기 진자부로, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, pp. 108-113

이 밖에도 본 보고서에서 분석한 모든 반핵 서적은 전문가들이 주장하는 원전의 안전성에 의혹을 제기하고 있다. 앞서 말한 방사성 폐기물의 안전성 문제, 실제 원전 가동 현장의 열악함에서 오는 위험성, 원전 테러의 가능성 등의 근거가 그 이유이다. 반핵론자들은 그러므로 “원자력사고는 반드시 일어난다”<sup>117)</sup>는 것을 전제로 이에 대한 모든 대비를 마쳐야 한다고 말한다. 이 주장은 사고 이후 더 큰 공감을 얻고 있다.

#### ④ 지역발전의 기여도

원전 사업자들은 그동안 원전의 건립이 지역발전에도 도움이 된다는 논리로 발전소 건설을 추진하였다. 그러나 원전 반대론자들은 이러한 논리가 사실 근거 없는 허구에 불과하다고 주장한다.

다카기 진자부로는 “(원전은) 극단적으로 말하면 ‘기피시설’이라고 할 수 있으며, 이 때(원전 유치시) 주는 돈은 일종의 ‘보상금’ 같은 것이다. …(중략) 이미 ‘원전은 지역발전에도 기여한다’는 신화는 상당히 빛을 잃었는데도 불구하고, 일단 원전을 유치해서 지역사회가 ‘돈세례’를 받고 ‘돈맛’에 빠져들면 그로부터 헤어날 수 없고 흡사 개미지옥 같은 구조가 되어버린다”라고 말했다. 그는 일본의 원전 지역인 쓰루가 시의 시장이 1994년 ‘원자력 장기계획’을 위한 자리에서 한 발언 중 상당을 그의 주장에 대한 근거로 활용했다.<sup>118)</sup>

이러한 문제는 한국에서도 종종 제기된다. 경향신문은 2012년 3월 3일자 신문에 “서울에 원자력발전소(원전) 세운다고 하면 서울 사람들이 가만히 있을까. 원전 유치 대가로 지원금을 주는 것을 마치 엄청난 혜택을 주는 것처럼 생각한다. 울진 이 전력 면에서 나라에 공헌한 게 있는데 지금 울진에는 고속도로, 철도 같은 기본시설이 없다. 그만큼 열악한 상황이다.”라는 울진 주민의 말을 인용했다.

원자력 발전소가 실질적으로 지역 경제에 기여하지 않는다는 주장이다. 지역 어민 등 실질적인 주민들은 경제적인 수혜를 거의 누리지 못하고 “‘핵 마피아’ 토호 세력만” 수혜를 입는다는 것이다.<sup>119)</sup>

경향신문의 4월 17일자 기사 「‘원전이 과연 도움 줄까’ 고민에 빠진 영광군수」<sup>120)</sup>나 1월 29일자 기사 「“경제논리로 원전 확대 강행… 한국만 거꾸로 가

116) 다카기 진자부, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, p. 114

117) 다카기 진자부, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, p. 115

118) 다카기 진자부, 「원자력 신화로부터의 해방」, 2011.04, pp.136-139

119) 박송이, 「“서울에 원자력발전소 세운다고 하면 가만히 있을까”」, 경향신문, 2012.03.03

120) 최병태, 「원전이 과연 도움 줄까’ 고민에 빠진 영광군수」, 경향신문, 2012.04.17

”」 121)역시 이러한 시각을 공유한다. 원자력 이해관계자들 간 충분한 논의를 통해 진정 지역 발전을 위한 방안을 다 같이 모색해야 할 때이다.

## ▶ 원전의 사회적·윤리적 측면에 대한 비판

### ① 에너지 고소비형 사회로의 유도

원자력 반대론자는 우리나라의 에너지 소비 행태가 기형적이라고 말한다. 그 원인을 원자력 발전소 건설과 연결시키고 있다. 1980년대 과도한 전력 수요 예측과 지나친 원전 확대 정책의 결과 과잉 전기를 소비하는 방향으로 왜곡되었다는 것이다. 정부가 전기 수요를 관리에 실패한 전력 정책을 펼친 결과 전기 소비가 급증했다는 것이다. 원전은 한번 발전소를 가동시키기 시작하면 24시간 가동되어야 하고, 따라서 남는 전기를 저장할 수 없어 전기를 소비하도록 전기요금을 인하하고 심야 전력요금 등을 도입했다는 것이다.

결국 이는 전기 과소비를 유발하고 다시 원자력 발전소를 증설해야 하는 악순환을 불러 왔다는 것이다. 이처럼 원전 증설은 에너지 고소비형 사회로 고착되는 결과를 초래하는 한 원인이 되었다<sup>122)</sup>고 비판한다.

2011년 1월 17일자 경향신문의 칼럼에서도 이에 대한 자세한 설명을 볼 수 있다.

전기 과소비의 시작은 1980년대 당시 잘못된 전력수요 예측과 과도한 기저발전 증대(원자력발전소 확대) 정책에 기인한다. 설비예비율이 60%를 넘었지만 일단 가동하면 1년 이상 멈추기 힘든 원자력발전소의 특성과 저장하기 어려운 교류전기는 최대한 소비를 해야 했으므로 80년대에 9차례에 걸쳐 전기요금을 계속 인하했다. 원가 이하의 산업용 요금제도를 도입하고 전기 열수요가 확대되는 산업용 경부하, 심야전력제도를 도입했다. 가스·석유 등 1차 에너지보다 이들을 이용해서 만드는 2차 에너지인 전기가 더 싼, 에너지 요금체계의 왜곡이 발생하게 된 것이다. 그 결과 전기 열수요가 전체 소비의 24%로 급증하는 전력수요가 발생하게 된 것이다.

특히 전체 전기의 절반 이상을 사용하는 산업계는 그 중 절반가량을 가정용 전기요금의 4분의 1 수준(산업용 경부하 요금)으로 사용하고 있다. 1차 에너지 비용은 오르는데 원가도 보장하지 못하는 전기요금 체계로 인해 한국전력공사는 1조원이 넘는 적자를 기록했다. 이 적자는 국민세금으로 보전해왔다. 산업계 중

121) 목정민, 「"경제논리로 원전 확대 강행... 한국만 거꾸로 가"」, 경향신문, 2012.01.29

122) 새사연, 원자력의 유혹에 빠진 한국의 경제구조, 2011.04.11



에서 전기를 많이 쓰는 업종과 업체는 한정되어 있다. 결국 특정 기업 몇 군데의 저렴한 전기 공급을 위해 국민들은 제한 송전의 위협을 감내해야 하고 나아가 국민세금으로 이들 전기요금을 충당하는 상황이 된 것이다.

프랑스도 원자력발전을 확대하면서 남아도는 전기수요를 창출한 결과 주택 난방의 40%를 전기로 하게 되면서 전기를 수입하는 나라가 됐다. 급기야는 폐쇄된 중요발전소를 재가동했지만 결국 제한송전할 수밖에 없는 상황까지 갔다. 프랑스와 한국 모두 수요 관리를 통한 효율 증대보다 과도한 수요 예측을 통해 일단 대규모 대응량 원자력과 화력발전소를 짓고 보자는 식의 무책임한 전력정책을 고집했기 때문이다.<sup>123)</sup>

경향신문은 또 다른 기사에서 우리나라 국민의 1인당 전력 소비량이 지난 12년 동안 약 2배 정도로 늘어났다(2000년 5704kWh에서 지난해 9493kWh)는 데이터를 제시했다. 이 기사에 따르면 1인당 전력 소비량이 2030년이 되면 13510kWh로 증가할 것이란 전망치가 나오고 있다.

기사는 탈원전을 선언한 독일의 경우, 절전 규제 등으로 지난 10여 년간 전력 소비량이 거의 늘지 않았다고 지적한다. 또한, 재생에너지 보급 확대도 에너지 공급에 기여했다고 전한다. 원자력 발전 위주에서 벗어나 재생에너지에 투자를 해야 한다고도 주장한다.<sup>124)</sup>

우리나라가 에너지 고소비형으로부터 저소비형 사회로 전환해야 한다는 데에는 반론을 제기하기 어렵다. 그러나 실제로 세계적으로 전력 소비는 2030년까지 40%가 증가될 것으로 전망된다. 이는 생활의 전기화가 계속 확대되고 있고, 삶의 질 향상에 대한 사회적 요구가 증대되는 것과 연관된다.

그러나 또한 분명한 것은 반핵 측의 논리에 대응하기 위해서 원자력계는 '원자력 발전을 통해 전력난을 해결하자'는 주장보다 더 설득력 있는 논리를 제시할 필요가 있다는 것이다.

염광희는 저서 「잘가라, 원자력 - 독일 탈핵 이야기」에서 “마약보다 더 심각한 중독”이 바로 에너지라고 한다. 이제는 “원자력을 떠나보내야 할 때”<sup>125)</sup>라고 우리의 삶의 패러다임, 에너지 소비 패턴 자체를 바꾸길 종용한다.

캠팩트 역시 “원자력 포기는 자발적 참여로 이루어진다”라며 장기적으로 봤을 때 탈핵을 가능하게 하는 것은 대중의 인식 전환임을 강조했다.<sup>126)</sup>

123) 양이원영, 「[경향마당] 제한송전 불가피... 프랑스 전철 밟지 않으려면」, 경향신문, 2011.01.17

124) 최명애, 「원자력만 믿다간 2030년 이후 에너지 파산 직면」, 경향신문, 2011.04.25

125) 염광희 「잘가라, 원자력-독일 탈핵 이야기」, 한올아카데미, 2012, p.268-274

126) 캠팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, pp.367-398

## ② 비윤리적 발전 과정

원전에 관한 논의가 확대되면서 과거에는 주목받지 못했던 '원전 운영의 비윤리성'에 대한 주장도 쉽게 접할 수 있게 되었다. 원전 운영이 비윤리적이라는 주장은 불공평한 우라늄 채광 과정, 열악한 노동 환경, 사용자 부담 원칙에 위배되는 발전과 전력소비 현황 등의 세부 논리로 압축된다.

### ■ 불공평한 우라늄 채광 과정

캠팩트는 우라늄 채굴국인 서아프리카 니제르에 사는 아가리 마히야의 말을 인용한다. “다른 사람에게 빛을 주기 위해 우리는 피를 흘린다. 세상 맞은편 끝에 있는 사람에게 전기를 공급하기 위해 한 부족이 다 죽는다”<sup>127)</sup>라는 구절이 그것이다.

캠팩트는 이어서 “1970년대에 니제르의 도시 아리트에서 우라늄 채굴이 시작되어 경제 붐이 약간 일었지만 사람들은 새 일자리에 대한 대가로 건강 문제, 암, 방사능 먼지라는 비싼 값을 치러야 했다. 뿐만 아니라 우라늄 광산에서 물을 너무 많이 사용하는 바람에 이 사막 국가는 극심한 물 부족에 시달렸다. 지하수 수위가 내려가 전통적 생활방식이 파괴되기도 했다. ... 광산에서 살아남은 사람들이 우라늄 채굴로 얻은 것은 병과 죽음뿐이었다. 200킬로미터 떨어진 화력발전소에서 이 광산에 전기를 공급하지만 정작 투아레그 족의 90%는 전깃불 구경도 못한다. ... 아레바(프랑스의 원전 회사)가 우라늄으로 수십 억 달러 매출을 올려도 이 가난한 나라는 우라늄 생산으로 2006년에 한 번, 2,000만 달러를 벌어들였을 뿐이다. 이때도 투아레그 족은 전혀 이득을 보지 못했다.”라고 우라늄 채광의 불공평한 현실에 대해 고발한다.<sup>128)</sup>

고이데 히로아키 역시 “미국 유타 주의 우라늄 광산 일터에서는 방치된 광물로부터 발생한 라돈 가스로 인해 대기오염이 환경기준을 넘어섰으며, 그리하여 광산에서 일하던 원주민의 다수가 라돈 가스로 인해 폐암으로 희생되었다”는 보고를 소개한다.<sup>129)</sup>

### ■ 열악한 노동 환경

앞서 고이데 히로아키, 야마모토 요시타카 등 일본 저자들을 중심으로 원전의

127) 캠팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, p.245

128) 캠팩트, 「폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들」, 한얼미디어, 2012.01, pp.245-256

129) 고이데 히로아키, 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」, 녹색평론사, 2011.12.29, p.

열악한 노동 환경 문제가 제기되었다. 이는 단지 원전의 운영, 관리, 안전 차원의 문제만을 제기하는 것이 아니다. 이들의 주장에 의하면 일본 원전의 임시 고용 노동자들은 자신의 작업이 자신의 신체에 끼칠 영향에 대해 충분히 고지 받지 못한 채 위험한 작업을 강요받는다.<sup>130)</sup> 때문에 노동 윤리적 문제까지 제기하는 것이다.

#### ■ 사용자 부담 원칙의 위반

사용자 부담 원칙이란 수혜에 따른 대가 혹은 비용을 수혜자(사용자)가 부담해야 한다는 기본적 도덕 원칙이다. 앞선 우라늄 채광의 예는 이러한 원칙을 어긴 대표적 사례다. 원자력 발전은 이 원칙과 관련하여 우라늄 채광 이외에도 몇 가지 문제를 더 안고 있다. 현 세대와 미래 세대 사이의 공평성 문제, 원전 건설 부지의 문제가 그것이다.

원전 사업 시행에서 현 세대와 미래 세대 사이의 공평성 등을 고려하는 기준 설정은 매우 중요하다. 예를 들어 사용후핵연료 관리의 경우 현 세대가 누리는 혜택을 위해 미래 세대에게 위험 부담을 넘긴다는 것이다. 이는 시간의 공평성 차원에서 윤리적 이슈로 제기된다. 반핵론자들은 특히 이런 점을 부각시킨다.

공간의 공평성 차원에서도 문제가 제기된다. 원전 전기의 혜택은 국민이 받게 된다. 이들의 이익을 위해서 원전 시설 입지 지역, 특히 저개발 지역의 지역사회와 주민에게 위함 부담이 돌아간다는 점이 그것이다.

그리고 사업 주체, 전력 생산자와 지역사회와의 관계에서도 형평성과 분배의 원칙에 대한 논란이 제기된다. 지역의 수용성을 결정하는 과정에서의 절차적, 실질적 공정성과 공평성에 대한 문제 제기 또한 끊이지 않고 있다.

경향일보의 2011년 5월 19일자 기사는 원전 건설 부지의 선정 시 고려 조건을 보도했다. ‘인구밀도와 분포가 적고, 학력이 낮고, 서울과 멀리 떨어진 곳’이라고 한다. 기사는 이는 윤리적으로 잘못된 행태임을 강력하게 주장한다.

원자력 옹호자·추진론자 중에서도, 적절히 관리만 한다면 원전이 절대 안전하다고 진심으로 믿는 사람은 없을 것이기 때문이다. 단적인 증거는 원전이 언제나 가난한 시골 벽지만을 골라서 건설되어왔다는 점이다. 실제로 원전 부지를 고를 때 정부와 업계가 항상 고려하는 첫째 조건은 “인구가 적고 학력 수준이 낮고 서울에서 먼 곳” (영덕/영양/울진/봉화지역 국회의원 녹색당 후보 박혜령씨의 말)임은 누구도 부정할 수 없을 것이다.

130) 고이데 히로야키, 「은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유」, 녹색평론사, 2011.12.29, p.

그리고 바로 여기에 원자력 체제의 치명적인 비윤리성이 있다. 원자력은 미래의 인간 후손과 이 세상의 솔한 생명들에 대한 배려 없이 오로지 현세대 인간의 단기적인 이익을 위한 것이라는 점에서 원천적인 부도덕성을 내포하고 있지만, 동시대의 사회적 약자들의 희생도 서슴없이 요구하는 폭력적 기술이다. 위험구역에서 생명을 걸고 일하지 않으면 안 되는 현장 노동자들은 말할 것도 없고, 원전 지역 주민들도 늘 불안과 두려움 속에서 살아가지 않을 수 없기 때문이다. 자기 동네에 원자력 시설이 들어서는 것을 기꺼이 반길 사람은 있을 수 없다. 그럼에도 시골 사람들이 결국 원전을 받아들이는 것은 피폐한 지역경제 때문에 달리 먹고 살 방도가 없다고 생각하기 때문이다.

오늘날 지방의 피폐상황은 산업화 이래 농촌공동체의 희생을 강요하며 도시 중심의 번영을 추구해온 일관된 정책노선의 당연한 결과이다. 그리고 바로 이 농어촌지역의 강요된 빈곤을 이용하여 원전을 받아들이게 하고, 또다시 그 자리에 원전을 증설하려는 게 권력 엘리트들의 습관적인 행태이다. 정부와 업계, 어용학자, 어용언론만의 책임이라고 할 수는 없다. 흥청망청 전기를 소비하면서도 그 전기 속에 포함된 약자들의 피눈물에 대해서는 아무것도 모르고, 알려고도 하지 않는 도시민들의 죄도 결코 가벼운 게 아니다. 그래서 나는 원전을 새로 건설하려면 권력의 중심지인 서울의 세종로나 강남의 변화가에 세울 것을, 반어법이 아니라, 진심으로 제안하고 싶다. 그렇게 하지 못하겠다면, 어디에서도 세워서는 안 된다고 누구보다 서울 사람들이 들고 일어나 절규해야 한다.<sup>131)</sup>

같은 신문사의 2012년 3월 14일자 「[특파원칼럼]원전, 차라리 서울에 지으라」에서도 같은 맥락의 주장이 이어진다.<sup>132)</sup>

#### 다. 원전 찬반 쟁점 비교<sup>133)</sup>

- 후쿠시마 사고 이후 오늘에 이르기까지 언론 보도에 나타난 원자력 기사를 모두 검색하여 분류하고 제목을 분류하고 내용을 파악해서 무엇이 쟁점이 되고 있는가, 찬반 논의가 각각 어디에 초점을 맞추고 있는가 확인
- 후쿠시마 사고 이후 반핵 측은 기술, 경제, 운영, 안전, 사회적 측면, 그리고 윤리적인 측면에서 조목조목 질문을 제기하면서 에너지 정책의 기초에서 탈 원전을 해야 한다는 입장을 굳히고 비판하는 것이기 때문에 정부와 원자력계가 기존의 논리로 설득력을 갖기에는 미흡한 상황

131) 김중철, 「[김중철의 수하한화]원자력과 인간성 상실」, 경향신문, 2011.03.2

132) 서의동, 「[특파원칼럼]원전, 차라리 서울에 지으라」, 경향신문, 2012.03.14

133) 김명자, 「2012 방사선안전심포지엄 특강: 원자력안전커뮤니케이션」, 2012.09.12

- 따라서 원자력계와 정부는 반핵의 구체적인 질문에 대해서 답을 해야 할 차례라고 판단되므로, 보다 심층적인 검토에 의한 진실보한 답변을 내놓아야 할 시점
- 이를 위해서는 비판적 질문의 내용이 무엇인가를 정확히 파악하는 것이 필요하고, 이러한 작업은 전문가 그룹의 연구와 의견 수렴, 그리고 국민과 지역주민과의 소통에 의해 컨센서서를 찾을 때 답을 찾을 수 있으리라 판단
- 총선을 거쳤고 대선을 앞두고 있고, 과거와 같이 원자력 정책의 선택은 정치적인 수밖에 없으나 그렇다 하더라도 원자력 정책의 기초와 논거는 바로 세우고 방향성을 제시할 수 있어야 할 것
- 기사를 중심으로 반핵 주장의 핵심 사안을 간략히 정리하면, 아래와 같이 요약할 수 있는데, 후쿠시마 사고 이후 보수나 진보를 막론하고 언론 매체가 원자력에 대해 매우 깊이 있게, 광범위한 주제를 다루고 있고, 특히 진보 매체에 나타난 반핵 논리는 상당히 심도있게 다루는 것이 특징
- 진보와 보수 매체가 반핵과 찬핵으로 갈리는 경향을 보이고 있으나, 보수 매체에서도 원자력 정책이 이대로 가서는 안 되고 몇 가지 이슈가 해결되어야 한다는 관점에서 보도

▶ 원전 찬반의 쟁점(1)-기술적 안전성

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원전은 체계적이고 과학적으로 설계, 관리되고 있다.</li> <li>• 원전의 사고 가능성은 확률적으로 낮다.</li> <li>• 최근 건설되는 원전은 다단계 안전 시스템으로 설계되어 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대형 원전 사고는 원전에 내재된 위험성을 여실히 보여준다.</li> <li>• 원전의 안전성은 단순히 확률만으로 보장할 수 없다.</li> <li>• 기술적 안정성 논의는 대형 사고가 야기한 공포를 해소할 수 없다.</li> </ul>

▶ 원전 찬반의 쟁점(2)-관리 차원의 안전성

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 후쿠시마 이후 높아진 원자력 안전의식은 향후 원전 관리에 긍정적으로 작용할 것이다.</li> <li>• 사고 이후 법, 제도 개선이 강화되고 있다.</li> <li>• '원전운영개선종합대책', '원자력안전위원회 출범'은 안전관리의 투명성, 독립성을 높였다..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 최근 한수원비리 사건처럼 각종 비리, 은폐를 관리할 방안이 미흡하다.</li> <li>• 원자력 카르텔은 법과 제도 개선을 무색하게 한다.</li> <li>• 친원전 인사 위주의 원자력안전위원회도 보여주기식 제도 개선이다.</li> </ul>

▶ 원전 찬반의 쟁점(3)-경제성

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력은 화력, 재생 에너지 대비 발전단가가 낮아 가장 경제적이다.</li> <li>• 원전은 일자리 창출로 경제에 기여한다.</li> <li>• 몇몇 국가의 원전 포기를 계기로 과감히 투자해 세계 원자력 시장을 선도할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현재 원자력 발전 단가는 건설과 해체비용을 충분히 반영하지 않았다.</li> <li>• 특히 사고 처리비용을 고려하면 비경제적이다.</li> <li>• 독일 사례는 재생에너지 산업이 원자력보다 일자리 창출이 많음을 보여준다.</li> </ul>

▶ 원전 찬반의 쟁점(4)-친환경성

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력은 발전과정에서 이산화탄소를 배출하지 않아 기후변화 대응에 유리하다.</li> <li>• 고준위 방사성 폐기를 관리 기술이 세계적으로 널리 보급, 실용화 되었다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발전 과정을 제외한 원료 채취, 농축 등 모든 과정에서 이산화탄소가 발생한다.</li> <li>• 사용후핵연료는 환경에 치명적이다.</li> <li>• 현재 보유 기술(직접 처리, 재처리)로는 핵폐기물을 안전하게 관리할 수 없다.</li> </ul>

▶ 원전 찬반의 쟁점(5)-필수불가결성

PROS	CONS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력 에너지는 지구 온난화와 화석연료 고갈을 해결할 가장 현실적인 대안이다.</li> <li>• 원전을 중단하면 심각한 전력난을 겪게 될 것이다.</li> <li>• 원전 없이는 가구당 연간 120만원 전기료가 추가될 것이다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 탈원전을 선언한 국가의 사례는 원전이 필수 불가결이 아님을 보여준다.</li> <li>• 원자력을 대체할 재생에너지 등에 투자해야 한다.</li> <li>• 현재의 소비 위주의 전력 소비 패턴을 개선해야 한다.</li> </ul>

# 4

## 국제 원자력 산업 동향

31개 원전 국가의 가동 원자로 기수, 원전 부지, 원자력 발전량 비중, 에너지 수입 의존도, 원전 운영 개시 연도 등을 요약하면 다음 [표 3]<sup>134)</sup>과 같다. 31개국의 순위는 원전 발전량을 기준으로 나열한 것으로, 원자로 보유 기수의 순위와는 일치하지 않는다. 에너지 수입 의존도의 일반적 정의는 1차 에너지 공급량에서 순수 수입 에너지가 차지하는 비율로 나타낸다. 한편 우리나라의 에너지 수입 의존도가 97퍼센트라는 수치는 1차 에너지 소비 중에서 수입 에너지가 차지하는 비율을 나타낸 것이다. 해외 자료는 주로 일반적 정의로 표시하는 경향이 있으므로, 여기에서도 일반적 정의의 방정식에 수치를 대입하여 의존도를 산출했다.

[표 3] 세계 31개 원전 국가의 원자로 운영 상황 (2012년 9월 기준)

순위	국 가	운영 원자로 (단위:기)	운영 부지 (단위:개)	원전 발전비중 (단위:%)	원전 발전량 (단위: GWh)	에너지 수입 의존도 (단위: %)	원전 운영 개시 연도
1	미국	104	65	19.2	790,225	27.8	1958
2	프랑스	58	19	77.7	421,100	52.3	1959
3	러시아	33	10	17.6	161,709	-78.1	1954
4	일본	50	17	18.1	156,182	84.5	1965
5	한국	23	4	34.6	147,677	86.0	1978
6	독일	9	8	17.8	102,311	62.9	1962
7	캐나다	18	5	15.3	90,034	-54.2	1962
8	중국	16	4	1.9	87,400	8.7	1994
9	우크라이나	15	4	47.2	84,845	43.6	1978

134) (사)그린코리아 21포럼

[참고자료: IAEA, NRC, NFCIS, KINS, WNA, 직접 이메일 서신 확인 등]

10	영국	16	8	17.8	62,700	27.7	1956
11	스웨덴	10	3	39.6	58,022	39.7	1964
12	스페인	8	6	19.5	55,064	88.6	1969
13	벨기에	7	2	54.0	45,942	96.3	1962
14	대만	6	3	19.0	40,522	92.4	1978
15	인도	20	7	3.7	28,948	25.4	1973
16	체코	6	2	33.0	26,708	27.7	1985
17	스위스	5	4	40.8	25,694	57.8	1969
18	핀란드	4	2	31.6	22,278	56.1	1977
19	불가리아	2	1	32.6	16,314	53.1	1974
20	브라질	2	1	3.2	15,644	10.9	1985
21	헝가리	4	1	43.2	14,711	64.2	1983
22	슬로바키아	4	2	54.0	14,342	65.4	1972
23	남아공	2	1	5.2	12,924	-13.0	1984
24	루마니아	2	1	19.0	11,747	27.0	1996
25	멕시코	2	1	3.6	9,313	-26.1	1990
26	슬로베니아	1	1	41.7	5,902	55.6	1983
27	아르헨티나	2	2	5.0	5,892	-6.2	1974
28	네덜란드	1	1	3.6	3,917	42.9	1969
29	파키스탄	3	2	3.8	3,830	24.4	1972
30	아르메니아	1	1	33.2	2,357	75.3	1977
31	이란	1	1	0.04	98	-62	2011
·	리투아니아	1**	1	0			1991

[표 3]의 내용에 대한 설명은 다음과 같다.

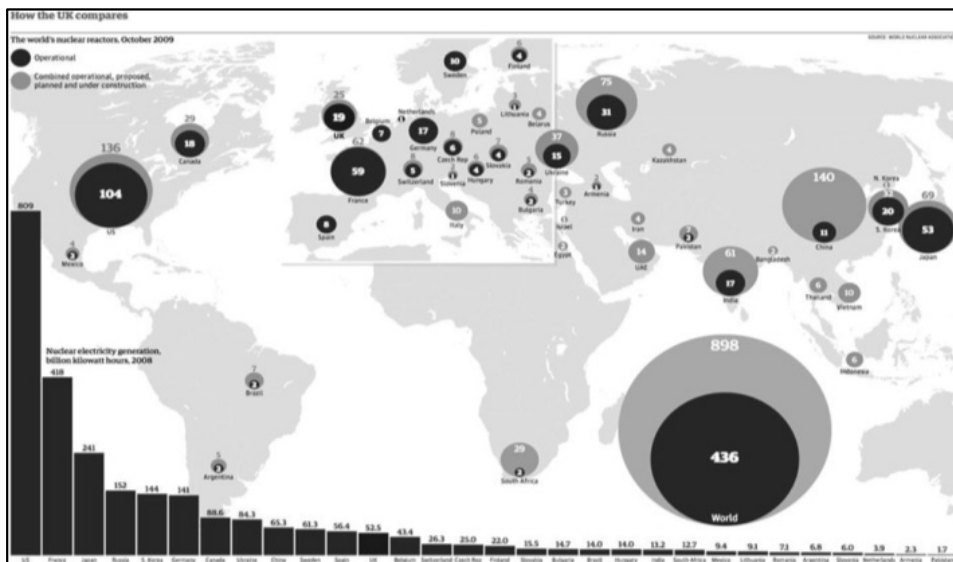
- 도표의 31개국의 순위는 원전 발전량을 기준으로 나열한 것으로 원자로 보유 기수의 순위와는 일치하지 않는다.
- 리투아니아 원전은 체르노빌 사고 당시의 원자로와 같은 RBMK형이었으므로 EU 가입의 조건으로 2009년 폐쇄 조치를 하게 되었으므로 제외되었다.
- 국가별 에너지 수입 의존도는 2012년 기준으로 산출한 것이고, 발전량과 발전 비중은 2011년을 기준으로 계산한 것이다.

[표 3]을 통해 관찰할 수 있는 주요 사실은 다음과 같다.



- 국가별 원전 발전량이 많은 10개 국가의 순서는 미국, 프랑스, 러시아, 일본, 한국, 독일, 캐나다, 중국, 우크라이나, 영국 순이다.
- 국가별 전력 생산에서 원전 비중이 높은 10개 국가의 순위는 프랑스(77.7%), 슬로바키아(54.0%), 벨기에(54.0%), 우크라이나(47.2%), 헝가리(43.2%), 슬로베니아(41.7%), 스위스(40.8%), 스웨덴(39.6%), 한국(34.6%), 아르메니아(33.2%) 순이다.
- 원전 가동국 30개국의 에너지 수입 의존도가 높은 10개 국가의 순위는 벨기에(96.3%), 대만(92.4%), 스페인(88.6%), 한국(86%), 일본(84.5%), 아르메니아(75.3%), 슬로바키아(65.4%), 헝가리(64.2%), 독일(62.9%), 스위스(57.8%) 순이다.
- 반면, 원전 가동국으로 에너지를 수출하는 국가는 러시아, 캐나다, 남아공, 멕시코, 아르헨티나 등이다.

후쿠시마 사고 이전에는 다음 [그림 29]<sup>135)</sup>과같이 (2009년 기준) 원전이 확대되고 있었다. 세계 원자력 국가들의 원전 가동 현황과 건설 또는 계획 중이거나 제안 중인 원자로 기수를 나타낸 수치는 아래와 같다.

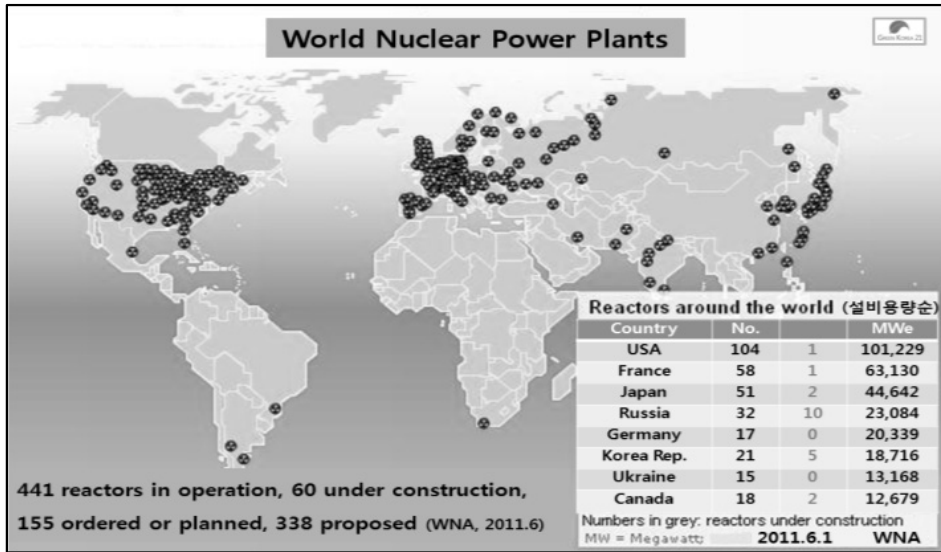


(붉은 원은 이미 가동 중인 원전의 수, 회색 부분은 제안/계획/건설 중인 원자로 기수 합계)

[그림 29] 원전 건설 관련 계획, 제안, 건설 중인 국가별 통계

135) World Nuclear Association

주목할 것은 중국, 인도 등 아시아의 신흥 경제국이 가장 활발한 원전 신규 건설 정책을 수립하고 있었다는 사실이다. 2011년 기준으로는 세계적으로 441기의 원자로가 가동 중인 가운데 60기의 원자로가 건설 중에 있었다.[그림 30]<sup>136)</sup> 후쿠시마 원전 사고 이전까지는 155기의 원자로 신규 건설 계획이 검토되고 있었다. 그 결과 2030년까지는 338기의 원자로가 더 건설될 것으로 전망되고 있었다.



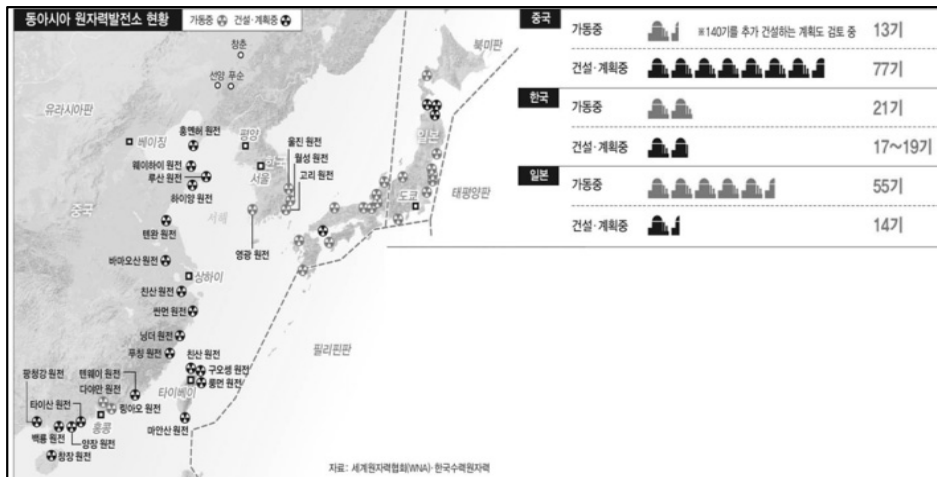
[그림 30] 세계 원전 현황

원전 신규 건설 계획에서 가장 규모가 큰 국가 순서로는 중국(129기), 러시아(44기), 인도(44기), 남아공(27기), 우크라이나(22기)의 순이 었다. 또한 비원전 국가로서 새롭게 원전 도입 계획을 세운 국가는 14개국에 달했다. UAE(14기), 베트남(10기), 태국(6기), 인도네시아(6기), 카자흐스탄(4기), 이란(4기), 방글라데시(2기), 북한(1기) 등 아시아 국가를 비롯하여 유럽의 이탈리아(10기), 폴란드(5기), 벨라루스(4기), 터키(3기), 이스라엘(1기), 이집트(2기) 등이 계획을 추진하고 있었다.

한편 동북아 지역은 원전 밀집 지역으로 앞으로 중국의 확대 계획을 고려하면 밀집도가 더욱 커질 것으로 전망되고 있었다.[그림 31]<sup>137)</sup>

136) World Nuclear Association, 2011.6.1

137) WNA, 한국수력원자력



[그림 31] 동아시아 원전의 현재와 미래

이러한 원자력의 장밋빛 전망 속에 2011년 3월 일본 도호쿠 지방에 리히터 규모 9.0의 대지진과 15m 높이의 쓰나미가 강타함으로써 원전 비상사태로 변졌고, 상황은 급반전되었다. 대지진과 쓰나미는 후쿠시마 원전에 치명적 타격을 입혔고, 제1 원전에서의 수소 폭발 사고 등으로 인해 INES 7등급의 사고로 기록되었다. 이처럼 치명적 원전 사고에 발생함에 따라 세계적으로 원전 안전성에 대한 우려가 커지고, 나라마다 원전의 안전성을 점검하고 안전 기준을 강화하는 조치를 강구하게 되었다. 후쿠시마 사고 이후에도 미국, 프랑스, 영국, 러시아 등은 에너지 안보와 온실 가스 감축 등을 위해 원전 정책을 유지한다는 방침을 밝히고 있다. 그러나 사회적 여론의 강도에 따라 사업 추진에 차질이 빚어질 가능성을 배제할 수 없다. 그리고 후쿠시마 사고 여파로 인해 독일처럼 탈원전 방침을 재천명하는 나라들도 있어 앞으로 어떻게 발전원을 대체할 수 있을지 주목된다.

## 4.1 후쿠시마 이후 국제 원자력 산업 현황<sup>138)</sup>

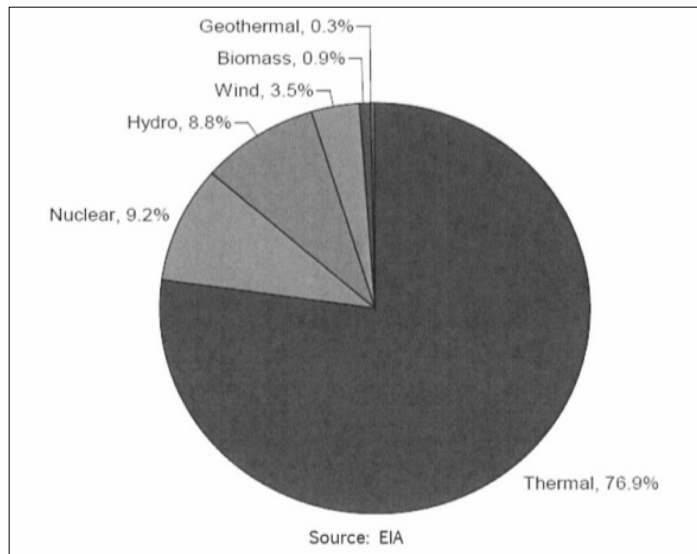
### 4.1.1 미국의 원전산업 현황

미국은 세계 최대 원자력 발전 국가이다. 1958년에 최초 원전이 가동되었으며

138) 한국원전수출산업협회

<http://www.e-kna.org/information/oversea-news-view.asp?Idx=524&curPag>

원전건설은 1977년에 중단되었다. 30년 동안의 신규건설 중지에도 불구하고 미국의 원자력 의존도는 갈수록 증가하고 있다.



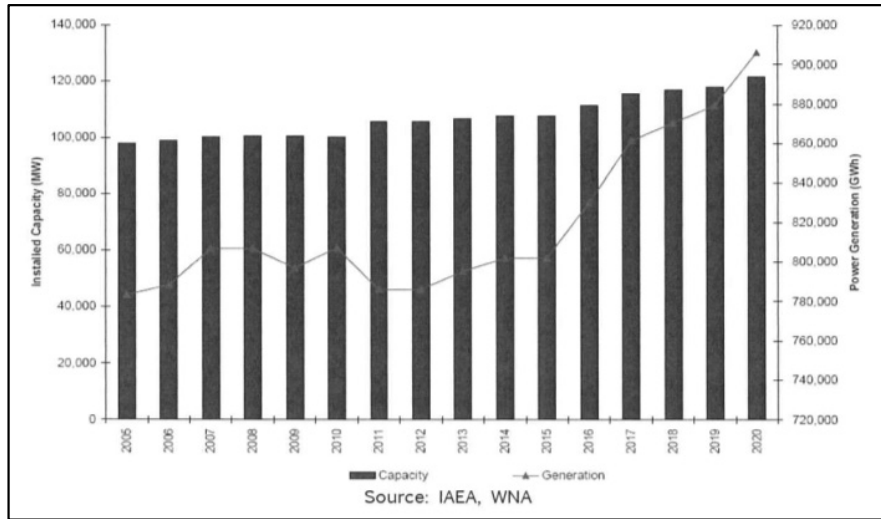
[그림 32] 미국의 전원별 전력분포(2010)

[표 4] 미국의 전원별 전력분포(2010)

Technology	Share (%)
Thermal	76.9
Nuclear	9.2
Hydro	8.8
Wind	3.5
Biomass	0.9
Geothermal	0.3
Solar PV	0.2
Biogas	0.2

Source: EIA

미국의 원자력 발전은 전 세계의 31.1% 이상이다. 아래 표는 2005년부터 2020년까지 미국의 발전설비 용량 과 발전량을 나타낸다.



[그림 33] 미국의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020)

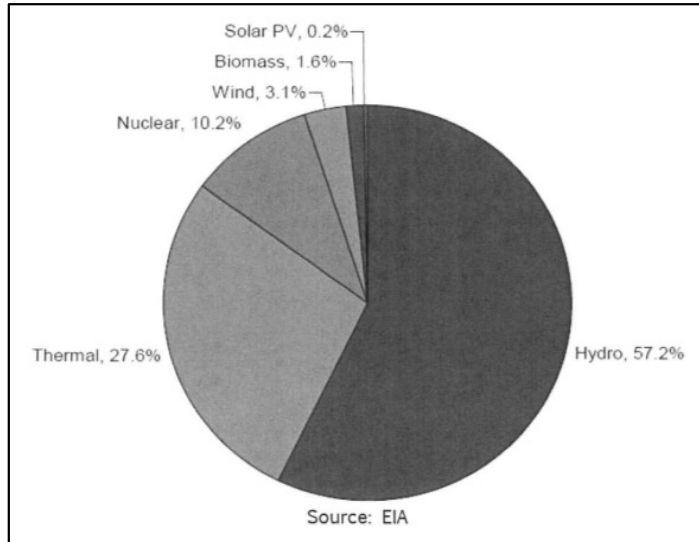
미국의 원전 설비용량은 2005년 98,146 MW에서 2010년 100,380 MW, 2011년에 105,606 MW로 증가 되었으며, 2020년 121,724 MW로 증가될 전망이다. 원자력 발전량은 2005년 783,350 GWh에서 2010년 807,078 GWh로 증가하였으며, 2011년 786,126 GWh, 2020년 906,120 GWh로 증가될 전망이다.

후쿠시마 원전 사고 이후에도 미국정부는 원전의 우월성을 인정하고 원전사업을 계속 지원하고 있다. 그러나 일본원전을 거울삼아 기존원전의 전반적인 안전성 평가를 위한 Task Force를 구성하여 30일, 60일, 90일 간격으로 안전성을 평가토록 하였다. 미국의 원자력 안전규제 체제는 상업용 부문과 군사용 부문으로 2원화 되어 원자력 운영을 감독하고 있으며 이체도는 상당히 효과적인 것으로 평가되고 있다. EPRI, INPO, NEI 3개 기관이 후쿠시마사고 대책위원회(Fukushima Response Steering Committee)를 구성하여 사고를 검토, 분석하여 대책을 수립, 추진하고 있다.

#### 4.1.2 캐나다의 원전산업 현황

캐나다의 원자력은 1947년 연구로 를 개발하면서 시작된다. 국가 시험연구로 (NRX, National Research Experimental Reactor)가 원자력 연구개발을 위해 설치 되었다. 캐나다는 1950년대 후반, 1960년대 초반에 CANDU를 개발하여 전력생산에 활용하였다.

전원별 전력분포를 살펴보면, 수력발전이 전체 전력의 57.1%를 점유하고 있으며, 화력이 27.6%, 원자력이 10.2%를 점하고 있다.



[그림 34] 캐나다의 전원별 전력분포(2010)

[표 5] 캐나다의 전원별 전력분포(2010)

Technology	Share (%)
Hydro	57.2
Thermal	27.6
Nuclear	10.2
Wind	3.1
Biomass	1.6
Solar PV	0.2
Biogas	0.1

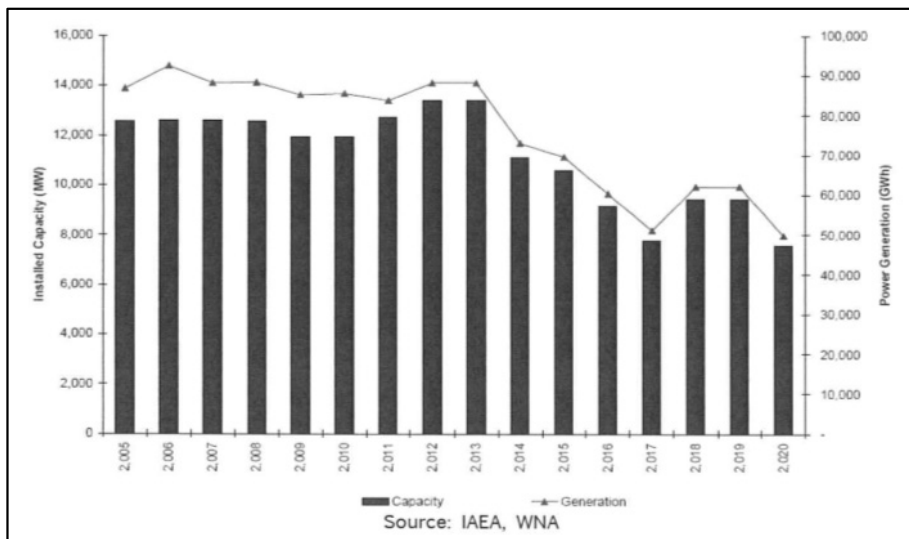
Source: EIA

안전규제 기관인 캐나다 원자력 안전위원회(CNSC, Canadian Nuclear Safety Commission)는 기존 캐나다 원전은 안전하고 튼튼함을 선언함과 동시에 후쿠시마 원전 사고를 감안하여 원자력 안전기준 및 비상계획을 검토하기로 했다.

캐나다는 후쿠시마 원전 사고 이후에도 향후 10년 동안 수기의 신규원전이 추

진될 전망이다. Oatario주에서 4기가 추진 중이며, Ontario주 정부는 소요전력의 절반을 원전으로 충당하려는 장기 계획을 수립했다. New Brunswick주에서 1기, Alberta주에서 1기(또는 소형 4기)가 추진 중이다. 신규 추진 중인 원전은 9 GWe에 달한다.

20세기에 들어와 10년 동안 원전 설비용량에는 큰 변화가 없었다. 원전은 현재 15%의 전력을 생산하고 있으며 발전소가 폐쇄되는 2017년 이후에는 감소할 것으로 예상된다. 2005년의 원전 설비용량은 12,590 MWe에서 2010년 11,934 MWe로 감소 하였으며, 2011년 12,745 MWe에서 2020년에는 7,575 MWe로 감소할 것으로 예상된다.

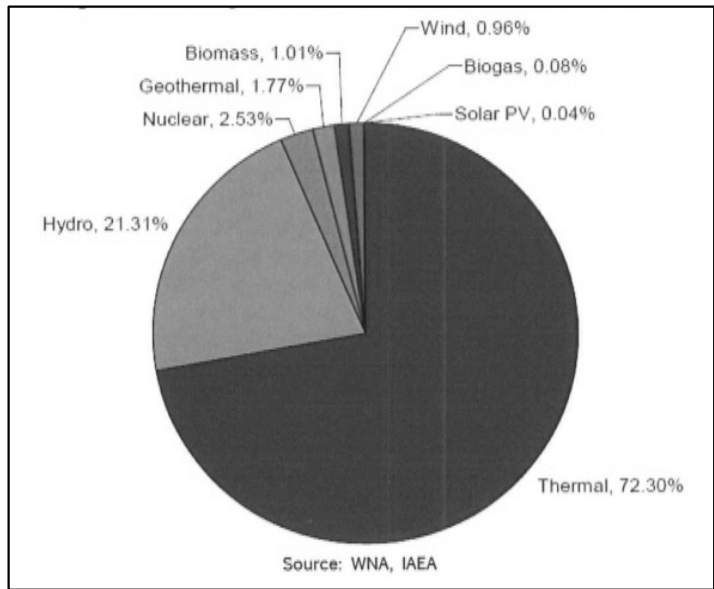


[그림 35] 캐나다의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020)

### 4.1.3 멕시코 원전산업 현황

멕시코의 원전산업은 원자력위원회(CNEN, National Commission of Nuclear Energy)의 설립으로부터 시작된다. 첫번째 원전은 1976년에 착공되었다. 2010년 발전원별 구성을 보면, 화력발전이 주 전원으로 72.3%를 점하고 있으며, 수력이 21.3%, 원자력이 2.5%를 점하고 있다. 천연가스의 의존도를 줄이고 일산화탄소 배출을 저감하기위해 정부는 원전을 강력히 지지하고 있다. 2024년 까지 저 탄소 발

전을 27%에서 35%로 상향시킬 계획이다.



[그림 36] 멕시코의 전원별 전력분포(2010)

[표 6] 멕시코의 전원별 전력분포(2010)

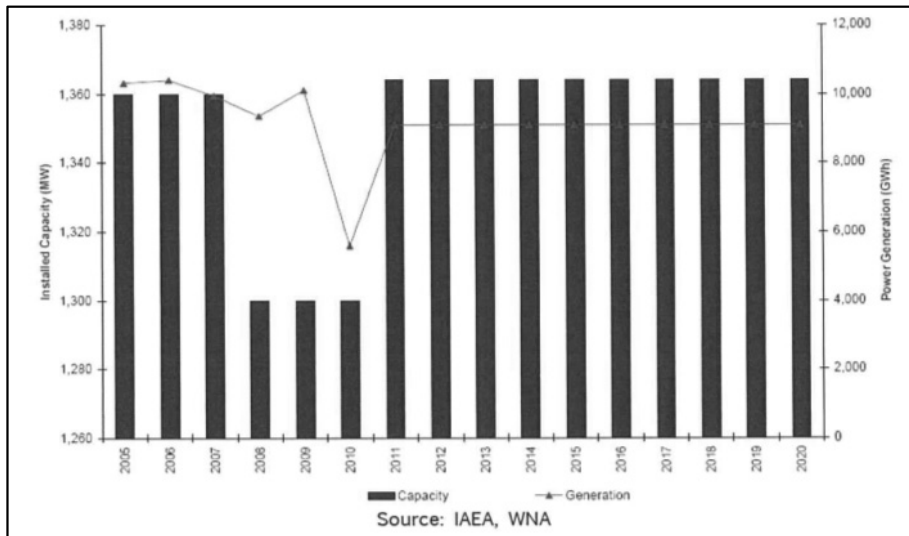
Technology	Share (%)
Thermal	72.30
Hydro	21.31
Nuclear	2.53
Geothermal	1.77
Biomass	1.01
Wind	0.96
Biogas	0.08
Solar PV	0.04

Source: WNA, IAEA

멕시코의 원전산업은 지난 10년 동안 큰 변화가 없었으며 2000년 이후 원전 출력 증강사업이 가장 큰 사업이었다. 또한 원전을 추가 건설하여 탄소배출을 줄이는 것을 목표로 하고 있다. 2005년 이래 원전 설비용량은 1,360 MW로 변화가 없으며, 2020년까지도 준공될 발전소가 없어 변화가 없을 것으로 예상된다. 발전량



은 2005년 10,318 GWh에서 2010년 5,592 MWh 로 감소되었다가 2011년에 9,103 MWh 가 되었으며 2020년 까지 이 수준을 유지 할 것으로 예상된다.



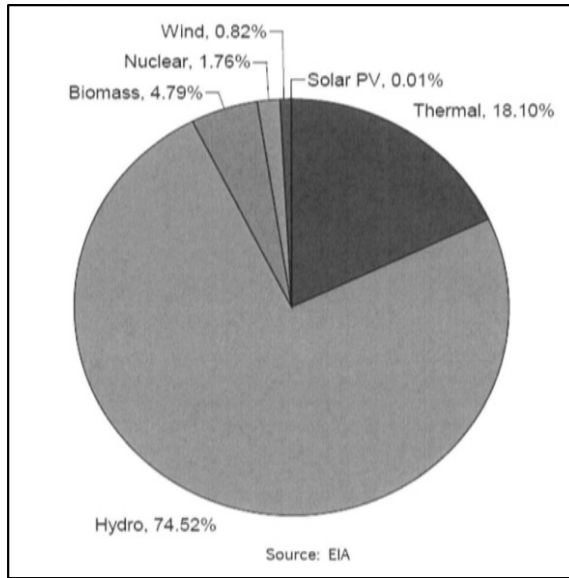
[그림 37] 멕시코의 발전설비 용량과 발전량(2005-2020)

멕시코는 1956년에 원자력위원회를 설립하여 원자력에 관심을 갖기 시작했으며 이 위원회는 방사성 동위원소 생산 및 원자력발전이외의 모든 원자력관련 업무에 책임이 있다. 2개의 국영 전력회사 중의 하나인 연방전기위원회(CFE, Federal Electricity Commission)는 향후 건설될 원전의 운영자로 지정되어있다. CNSNS(National Commission on Nuclear Safety and Safeguard) 가 안전규제기관으로 안전규제, 원전 방호, 방사선 안전에 책임이 있다. CNSNS는 부지 승인, 건설계획 승인, 폐로에 대한 책임이 있으며 규정 제정에 대한 책임도 있다.

#### 4.1.4 브라질의 원자력 산업 현황

브라질의 원자력산업은 1971년 Rio de Janeiro 에 Angra 1 원전을 건설하며 시작된다. 1985년부터 발전을 개시하였으며 기술발전에 많은 도움을 주었다.

수력발전이 주력전원으로 74.5%를 점하고 있으며 화력이 18.1%, 바이오매스가 4.7%, 원자력이 1.7%를 점하고 있다.



[그림 38] 브라질의 전원별 전력분포(2010)

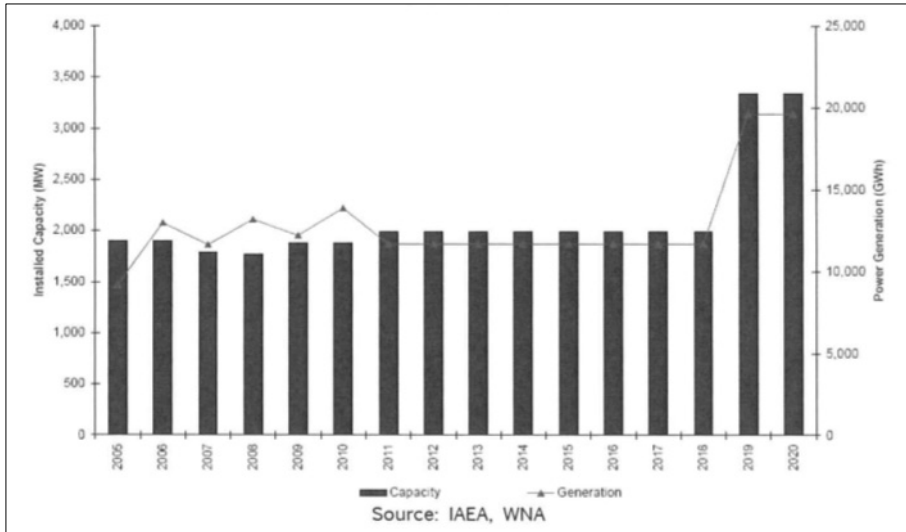
[표 7] 브라질의 전원별 전력분포(2010)

Technology	Share (%)
Thermal	18.10
Hydro	74.52
Biomass	4.79
Nuclear	1.76
Wind	0.82
Solar PV	0.01

Source: EIA

주력전원인 수력발전의 전력공급이 날씨 및 기후변화에 취약해 정부는 이의 의존도를 낮추려고 노력하고 있다. 후쿠시마원전 사고 이후에도 원자력 기술을 확보하는 것이 국정의 중요 목표이며 의회는 원자력산업 투자에 호의적이다.

발전설비용량은 2005년 1,901 MWe에서 2005년 1,884 MWe로 감소되었으나, 2011년에는 1,990 MWe이었고, 2020년에는 3,340 MWe로 증가될 전망이다. 발전량은 2005년 9,197 GWh에서 2010년 13,890 GWh로 증가 되었다. 이는 2011년에는 11,680 GWh로 감소했다가 2020년 까지 19,610 GWh로 증가 할 전망이다.



[그림 39] 브라질의 원전 설비용량과 발전량(2005-2020)

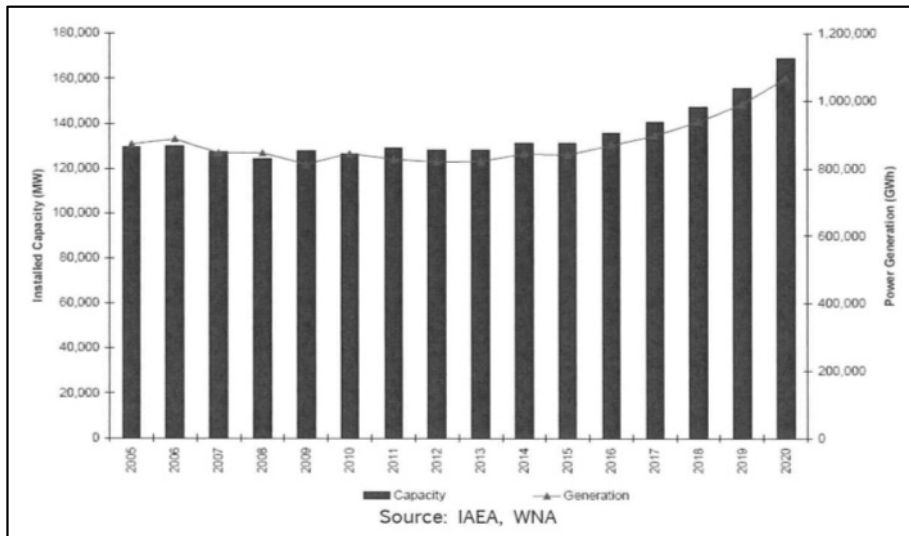
원자력 위원회(CNEN, National Nuclear Energy Commission)가 안전규제 기관이며 CNEN 산하의 방사선방호 및 안전부(DRS, Directorate of Radiation Protection and Safety)가 원자력시설의 인허가 및 감독을 책임진다. 브라질 환경 및 재자원연구소(IBAMA, Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resource)가 환경 분야의 인허가를 책임진다.

1998년에 NPT에 가입하여 핵무기 비 보유국 이지만 1967년부터 Tlatelolco Treaty 회원국이다. 1998년 새로운 헌법에 따라 핵무기 개발 계획을 발표하고 1991년 브라질-아르헨티나 핵물질 관리위원회(ABACC, Brazilian-Argentine Agency for Accounting and Control of Nuclear Materials)가 설립되어 IAEA의 사찰을 받고 있다. 1996년부터 Nuclear Suppliers Group 의 회원국이다.

#### 4.1.5 유럽의 원자력 산업 현황

유럽의 원자력시장에서는 원전을 폐쇄하려는 국가도 있고, 계속 향상시키려는 국가도 있고, 새로운 원전을 계획하고 있는 국가도 있어 대체적으로 다양하고 성숙한 시장이다. 유럽 전체 설비용량은 126,530 MWe 이며, 이중 프랑스가 62,220 MWe 를 확보하고 있어 유럽의 49.2%, 전 세계의 17%를 점하고 있다. 러시아가 설비용량은 22,693 MWe 로써 전 세계의 6.2%를 점하고 있으며 그 다음으로 독일,

우크라이나, 영국으로 각각 18,373 MWe, 13,107 MWe, 10,137 MWe 의 설비용량을 갖고 있다.



[그림 40] 유럽의 발전설비 용량 과 발전량(2005-2020)

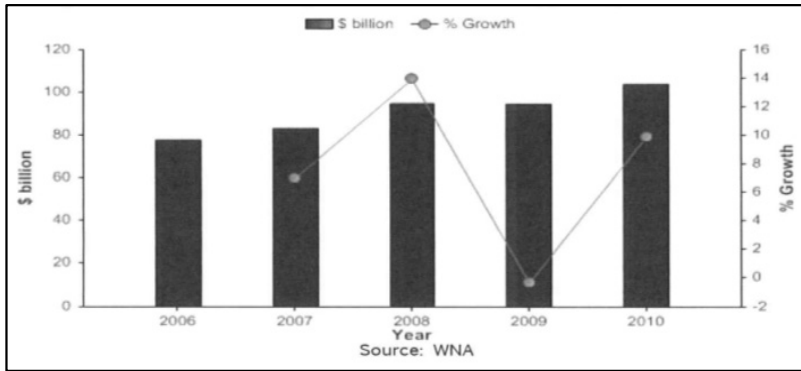
유럽의 발전량은 843,296 GWh 로서 프랑스가 2010년에 410,081 GWh를 발전하여 대부분을 차지하고 있으며 러시아, 독일, 우크라이나가 주요 원자력 발전 국가이다. 유럽의 원전설비는 2009년을 제외하고 지속적으로 증가 했으며, 당분간 이 추세는 지속될 것으로 예상된다.

유럽의 에너지 성장률은 2010년에 9.9% 성장하여 104 billion 달러이다. 2006-10 기간 동안 평균 성장률은 7.5%이다.

[표 8] 유럽의 에너지 성장률 (2006-2010)

Year	\$ billion	€ billion	% Growth
2006	77.8	58.6	
2007	83.3	62.7	7.0%
2008	94.9	71.5	13.9%
2009	94.6	71.2	(0.3%)
2010	104.0	78.3	9.9%
<b>CAGR: 2006-10</b>			<b>7.5%</b>

Source: WNA



[그림 41] 유럽의 에너지 성장률 (2006-2010)

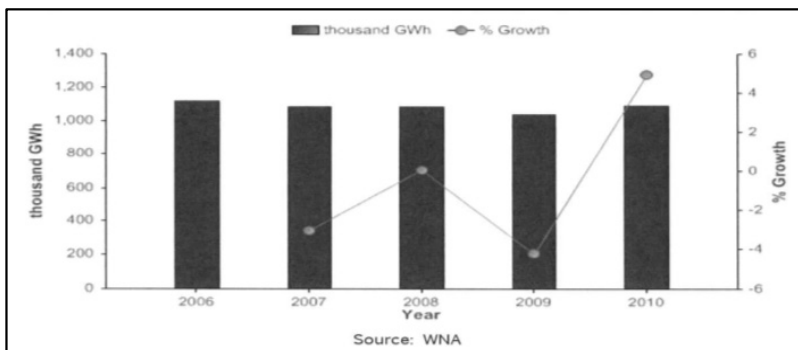
2010년의 원자력 발전분야 총 세입은 104 billion 달러이며 2006년-2010년 기간 동안 연간 평균 7.5% 성장했으며 이 기간 동안 독일은 4.3%, 영국은 8.4% 성장했다.

2006년-2010년 기간 동안 원자력 전력 생산 증가율은 마이너스 0.6%로 2010년에 총 1,090,400 GWh 를 생산했다. 이는 2015년 까지 연평균 1.6%씩 증가하여 1,182,203 GWh로 증가할 것으로 예측된다.

[표 9] 유럽의원자력 전력 성장률 (2006-2010)

Year	thousand GWh	% Growth
2006	1,118.2	
2007	1,084.5	(3.0%)
2008	1,085.3	0.1%
2009	1,039.5	(4.2%)
2010	1,090.4	4.9%
CAGR: 2006-10		(0.6%)

Source: WNA



[그림 42] 유럽의원자력 전력 성장률 (2006-2010)



# 후쿠시마 원전 사고 이후, 주요국 원자력 정책 동향

## 5

후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 발전을 운영하고 있는 국가들은 원전의 안전성 점검에 착수하는 것이 공통된 특징이다. 그러나 국가별로는 기존 원전정책 유지(원전 유지, 신설 추진 고수)와 재검토(기존 원전정책 재검토, 건설 보류), 탈핵 등으로 다양한 정책 방향을 보이고 있다. 후쿠시마 원전 사고 이후 국가별 원전정책 변화추이를 살펴보면 다음과 같다.<sup>139)</sup>

- 미국, 프랑스, 러시아 등 주요 원전 수출국들은 원자력 발전을 지지하며 적극적으로 보급하려는 움직임 보이고 있다. 또한 카자흐스탄 등 우라늄 보유국 또는 인도, 브라질 등 경제 성장과 산업 고도화에 따른 전력수요가 높은 개도국에서도 지지하는 추세이다.
- 원전에 대한 재검토를 하는 경우에도 해당 국가의 여건에 따라 단순한 절차·안전상황 재검토 및 규제를 강화하는 경우와, 원전 폐지를 전제로 재검토는 서로 다른 상황이 혼재하고 있다. 중국은 원전의 안전성에 대해 재검토하고 있는 상태이다. EU는 원전의 안전성에 대해 논의하고 보고서를 작성했으나, 원전 관련 EU의 통일된 입장을 정리하기는 간단치 않다.
- 반면, 신규 원전 추진국은 자국의 여건에 따라 상반된 반응을 보이고 있다. 지질학적으로 지진 발생의 가능성이 높은 국가(필리핀, 멕시코 등)는 원전의 사고 가능성을 이유로 도입을 포기하거나 추진 속도를 늦추는 경향을 보이고 있다. 그러나 지진의 위협에서 비교적 안전한 국가(폴란드, 카자흐스탄 등)는 도입을 지속 추진하려는 움직임을 보이고 있어 대조적이다.

139) 이석호(2011), 「후쿠시마 원전 사고 이후 해외 원자력정책 주요 동향」, World Energy Market Insight, 에너지경제연구원.

- 일본, 독일 등 탈핵이라는 원전 축소 정책을 정한 국가의 경우 단기적으로는 화석연료를 통한 전력공급을 강화하고, 장기적으로는 재생에너지의 발전 단가를 낮춰 대체하는 방향으로 정책을 수립하고 있다. 그러나 국가별로 재생 에너지를 생산할 수 있는 환경이 다른데다가, 화석연료의 지속적인 가격 상승에 따른 에너지 공급의 불안정성과 경제적 손실 등으로 인해 자국 내에서도 원전 대폭 축소에 대한 여론은 엇갈리고 있어 앞으로 정부의 에너지 확보 방침이 주목된다.
- ※ 후쿠시마 원전 사고 이후 원전의 안전성에 대한 우려로 원전 축소 요구의 목소리가 힘을 얻었고 계속 수그러들지 않는 것은 사실이다. 그러나 여론조사 결과는 시간이 경과함에 따라 다소 완화되는 경향을 보이는 것도 또한 사실이다. 따라서 고유가로 인한 화석연료 발전의 높은 단가, 재생에너지 확대의 물리적 제약, 온실가스 감축 필요성 등의 변수가 원전 축소 정책에 어떤 영향을 미치게 될지 주목된다. 앞으로 원자력 발전에 관련된 정책은 국가별 상황에 따라서 상당히 다르게 진행될 것으로 전망되고, 에너지 안보의 심각성으로 인해 여러 국가에서 후쿠시마 사고로 인한 원자력 발전 비중이 급격하게 축소될 가능성은 그리 높지 않은 것으로 전망된다.

[표 10] 후쿠시마 원전 사고 이후 국가별 원전정책 변화 성향

〈 원전정책 유지기준 국가 〉		
국가	관련 내용	성향
미국	원자력발전 정책 유지, 원전 안전점검 시행	○
프랑스	해의 원전기술 수출 규제 강화, EdF 원전 건설계획 고수	○
러시아	원전계획 예정대로 추진	○
폴란드	신규 원전건설 예정대로 추진	○
칠레	원전 도입을 위한 프랑스와의 협력협정 등 준비 구체화	○
카자흐스탄	기존 원전건설 계획 추진	○
브라질	원전 건설계획 지속 추진	○
남아공	원자력 및 신재생에너지 확대 등 발전원 다변화 추진	○
케냐	IAEA, 케냐 원자력프로젝트 승인	○
〈 원전정책 재검토 국가 〉		
국가	관련 내용	성향
일본	'에너지 기본계획' 재검토	△
중국	원전 승인 보류 및 안전점검 실시, 발전부문 변화 예상	△
EU	유럽국가들의 재평가, 원전 스트레스 테스트 시행 합의	△
독일	노후 원전 7기 3개월간 중단, 전력회사 RWE 소송 제기	×
이탈리아	원전 신규건설 계획 1년간 일시적 중지	△
스위스	원전정책 변화 움직임	×
멕시코	일본 사례로 원자력발전소 건설 재검토	△
태국, 필리핀	원전계획 재검토	×
베네수엘라	원자력개발 프로그램 중단	×

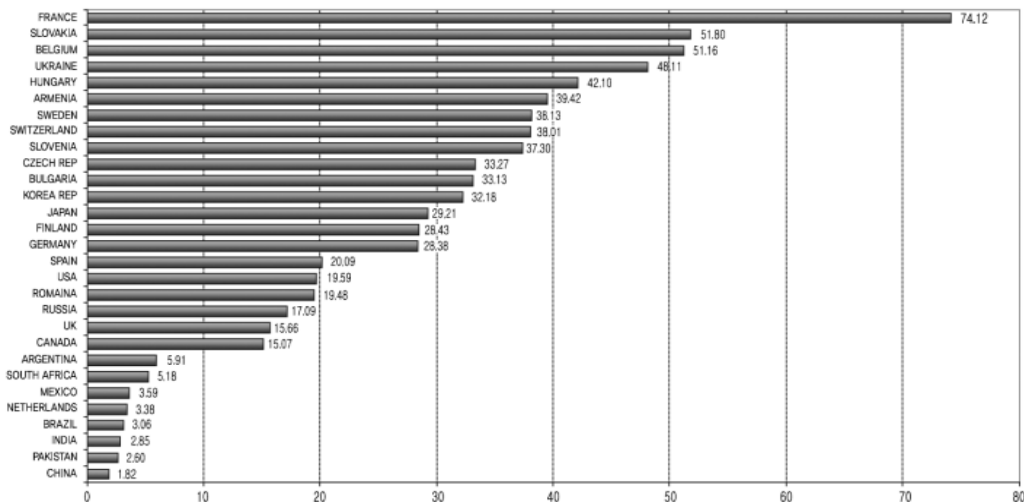
주 : ○ 원전 지지; △ 원전 재검토; × 원전 폐지



## 5.1 원전 지지국 동향

3월 후쿠시마 원전 사고 이전까지의 원전 산업계는 원전 르네상스를 전망하고 있었다. 그런 분위기 속에서 프랑스, 미국, 영국 같은 원전 선진국뿐만 아니라 개도국에서도 원전 확대 계획을 적극 추진하고 있었다. 그런 가운데 후쿠시마 원전 사고가 발생했고, 원전 사업계에 일대 충격을 주었다. 이번 사고를 계기로 대부분이 원전 정책 전반에 대해 점검하고 방향 전환의 필요성에 대해 검토하는 공통된 모습을 보였다. 기존의 원전 정책을 유지하면서 추가 건설 계획까지 고수하려는 국가가 있는가 하면, 현재 상태 정도로 유지하려는 국가, 그리고 기존의 원전 정책을 재검토하면서 추진 중이던 건설 계획을 보류하려는 국가 등, 후쿠시마의 충격에 대응하는 모습은 제각각이었다.<sup>140)</sup>

2011년 1월 기준, 미국, 프랑스, 러시아 등 주요 원전 수출국은 원전을 지지하며 계속 보급한다는 움직임을 보이는 편이다. 대표적인 원전 수출국인 러시아, 그리고 원전이 총 전력 생산량의 80퍼센트를 차지하는 프랑스는 이번 일본 사태로 원전 가동을 중단하는 일은 없을 것이라고 밝혔다. 미국도 원전 설비에 대한 전면적인 점검을 하겠다고 말하면서도 원전 정책을 유지한다는 방침이다. 또한 카자흐스탄 등 우라늄 보유국, 그리고 인도, 브라질 등 경제 성장과 산업 고도화에 따라 전력 수요 공급이 다급한 개발도상국에서도 기존의 원전 정책을 고수하는 입장을 유지하고 있다.



[그림 43] 국가별 전체 발전량에서 원자력발전량 비중(2010, IAEA PRIS)

140) '후쿠시마 원전 사고 이후 해외 원자력 정책 주요 동향', 에너지경제연구원, 2011.4.15.; 《동아일보》, 《연합 뉴스》, 한국수력원자력(주) 간행물 등 참조.

원전 정책의 재검토 방식도 나라마다의 여건에 따라 다양하다. 단순히 운전 절차와 안전 상태를 재점검하고 규제를 강화하는 경우도 있고, 원전 폐지를 전제로 재검토하는 경우도 있다.

한편, 일본과 스페인, 독일, 스위스, 벨기에, 스웨덴 등 유럽 국가들은 후쿠시마 사태를 계기로 원전 반대 입장을 분명히 밝혔다. 스페인과 독일은 풍력 발전 설비용량에서 세계 3,4위를 차지하는 등 재생 에너지 기술 수준이 높다는 것이 공통점이다. 이런 배경에서 이들 국가는 원전 포기를 고려하는 방향으로 정책을 재검토하고 있다. 태국, 필리핀, 불가리아 역시 원전 건설 계획 자체를 유보할 움직임을 보이고 있고, 베네수엘라, 이스라엘 등도 원전 건설 계획을 전면 백지화했다. 각국 별로 후쿠시마 이전과 이후를 살펴보면 다음과 같다

### 5.1.1 미국

미국은 세계 최대의 에너지 소비국으로 104기의 상업용 원자로를 가동하는 세계 1위의 원전 국가이며, 20퍼센트의 전력을 원자력에서 얻고 있다. 미국 정부는 에너지 해외 의존도를 낮추고, 기후변화에 대응하겠다는 목적으로 2002년부터 '원자력 2010(Nuclear Power 2010)' 계획을 추진해 왔다. 후쿠시마 원전 사고 이후, 미국 내의 원전에 대한 일부 회의적인 여론에도 불구하고, 기존 원전 건설 확대 계획을 추진하겠다는 입장을 발표하였다. 이미 오바마 대통령은 원전 건설을 위한 예산안 승인 심사를 의회에 요청한 바 있다. 오바마 행정부는 자국의 화석연료 사용을 줄이기 위해 원전 건설을 서둘러왔고, 후쿠시마 이후에도 철저한 관리 감독으로 원전 정책을 이어갈 것이라 밝혔다.

그리고 2011년 11월, 스리마일 섬 이후 중단되었던 원전 건설을 30년 만에 재개하기로 발표하였다. 그리고 2012년 2월, 원자력규제위원회(NRC) 조지아주의 원자로 건설계획이 승인되었다.<sup>141)</sup> 이번 승인은 처음으로 건설과 가동을 동시에 허가한 것으로, 이 원자로는 2016년 이후에 완공되어 가동 개시 예정이다. 그러나 미국의 이번 결정에 대해 탈원전 논의에 파문이 예상된다. 또한 요르단과 베트남에서 발생하는 사용후핵연료의 재처리를 허용하였다.<sup>142)</sup> 한국, 대만에 대해서 사용후핵연료 재처리를 허용할 수 없다는 입장은 변함에 없지만, 2009년 미-UAE 원자력 협정 당시만 하더라도 미국은 UAE의 우라늄 농축과 재처리를 불허한 것과는 대조적이다.

141) Approval for first nuclear new build in America, World Nuclear News, 2012.02.09.

142) U.S. Shifts Policy on Nuclear Pacts, The Wall Street Journal, 2012.01.25.

## 5.1.2 프랑스

프랑스는 원전 발전량 세계 2위이나, 총 생산 전력에서 차지하는 비중은 세계 최고인 75퍼센트(2009년 기준)이다. 생산 전력의 15%를 스위스, 독일, 벨기에, 네덜란드, 이탈리아 등에 수출해 연간 30억 유로의 수익을 올리고<sup>143)</sup> 있다. 또한 유럽에서 가장 값싸게 전기를 생산하며 이산화탄소 감축 압력에도 여유를 보이고 있다. 1950년대부터 친원전 정책을 견지해 온 나라답게 국민의 원전 지지도가 70 퍼센트에 이른다(후쿠시마 원전 사고 이전). 1986년 체르노빌 원전 폭발 사고의 영향은 있었지만 신규 원전의 건설 중단 또는 포기로 번지지 않았다.

후쿠시마 원전 사고 직후에도 프랑스는 기존의 원전 정책을 고수할 것임을 발표하였다. 해외 원전 수출에 대한 규제를 강화할 것이나, 차세대 원자로 건설 계획은 고수한다고 밝혔다.

프랑스 정부가 원전의 안전성 우려와 여론 악화에도 불구하고 원전 정책을 고수할 수밖에 없었던 이유는 원전 의존도가 워낙 높기 때문이다. 때문에 원전에 반대하는 사회적 여론이 높아진다 하더라도 총 전력의 4분의 3을 의존하는 상황에서 원전 가동을 중단한다는 것은 현실적으로 불가능한 상황이었다.

이러한 상황에서 프랑스는 여론에 대응해 원자력 관리 강화에 힘을 쏟았다. 2012년 2월 프랑스는 새로운 원자력 법령을 개정하였다. IAEA의 새로운 표준과 후쿠시마 사고 이후 떠오른 쟁점인 응급상황 관리 규제, 외부사고 감시 등에 대한 대응을 반영한 법령이다. 프랑스 내각은 이를 공포하였으며 2013년 7월부터 발효 예정이다.

그러나 프랑스의 대선 결과 의외의 변화가 발생했다. 2025년까지 프랑스 원전 비중을 50%로 줄이자는 공약을 내세운 사회당의 대선 후보 프랑수와 올랑드(Francois Hollande)가 당선된 것이다. 당초 이 공약대로라면 프랑스 내 원전 중 26기를 폐로해야 하며 이를 대체할 전력 생산을 위해서는 3,820억 유로의 추가 비용이 소모될 것으로 보여졌으나, 올랑드 대통령은 당선이후 착실하게 원전 축소 정책을 실행에 옮기고 있다.

## 5.1.3 러시아

가동 원자로 수로 세계 4위의 국가로, 1986년 체르노빌 사고 이후 원전 정책에 소극적인 모습을 보였다. 그러나 2005년 이후 '원전 부활' 정책을 추진하였고 인도, 이란, 베트남 방글라데시 등 세계 각국과 원전 건설 협정을 체결하며, 원전 수출 1

143) 「Nuclear Power in France」, WNA, 2008, 2011.4.

위 국가로 부상해있다.

후쿠시마 사고 이후에도 예정대로 원전의 집중 육성을 지속하기로 발표했다. 푸틴은 원자력과 수력·태양광·풍력 등 다양한 에너지를 균형 있게 개발해야 함을 강조하면서, 현재 러시아의 전체 에너지 공급량의 16%를 차지하는 원자력 비중을 10~15년 내에 25%까지 늘리는 계획을 검토하고 있다고 밝혔다.<sup>144)</sup> 러시아 내 원전 운영을 독점하는 국영기업인 로스아톰 측에서는 원전은 건설비용이 많이 투입되나 생산 전력 단위당 연료 공급 비용이 다른 발전원에 비해 훨씬 싸기 때문에 원전 건설을 지속할 수밖에 없다는 입장을 밝히고 있다. 다만 원전 사고에 대비하여 안전성을 더욱 높이기 위한 작업도 병행할 것임을 강조하였다. 원전의 정밀 검사를 통해 취약한 것으로 판명되는 원자로는 설계수명의 여유가 있더라도 조기에 폐기하겠다고 밝혔다.<sup>145)</sup> 러시아는 기존 계획대로 신규 원전을 추진해 2020년까지 10여기를 추가로 건설할 방침이며, 신규 원전 완공 예정인 2027년까지 가동할 수 있도록 스몰렌스크 부지의 RBMK형 원자로 3기의 수명을 15년 연장할 계획이다.

무엇보다도 주목되는 것은 러시아는 단순히 국내에서 원전을 계속 건설하는 것에서 더 나아가 원전 수출을 통한 국제 원전 시장 주도 계획에 역점을 두고 있다는 사실이다. 후쿠시마 원전 사태에도 불구하고 원전 건설 계획을 가지고 있는 국가들이 많이 있으며 또한 후쿠시마 사태 이후 노후 원전의 대체 수요가 늘어날 것이라 예상된다. 러시아 정부는 이러한 상황을 오히려 원전 수출의 적기라고 판단하고 있다.<sup>146)</sup>

#### 5.1.4 영국

2000년대 초, 영국의 원전이 단계적으로 폐쇄하고 폐로하는 작업에 들어갔고 에너지 공급의 일대 위기를 겪을 것으로 예상되는 상황이었다. 결국 2008년, 화석 연료 의존도를 낮추기 위해 신규 원전 건설을 승인하고, 2010년에는 2025년까지 8기의 신규 원전 계획을 발표하였다. 현재는 총 19기의 원자로를 가동해 전력 수요의 18퍼센트를 충당하고 있다.

후쿠시마 원전 사고 직후, 영국의 에너지·기후변화 부장관은 유럽 국가들의 탈원전 정책이 정치적이고 성급한 것이라고 비판하였다. 그러나 2011년 5월, 원전 안전문제에 계속 투자하며 기존 원전 건설을 계속 추진하는 한편, 현재 가동중인

144) 함봉균, 「러시아 "원전 밸런스 맞춰 계속 추진"」, 《그린데일리》, 2011. 5. 2.

145) 유철중, 「〈日사고 후 각국 원전정책 점검〉④ 러시아」, 《연합뉴스》, 2011. 4. 21.

146) 유철중, 「〈日사고 후 각국 원전정책 점검〉④ 러시아」, 《연합뉴스》, 2011. 4. 21.

원자로의 정상 운전을 결정하였다. 또한 2011년 6월에 실시되었던 여론조사에 의하면, 36%의 사람들이 노후 원전을 대체할 신규 원전 건설에 찬성하였다. 그러나, 2012년 1월에 있었던 여론조사에서는 같은 질문에 대해 50%의 사람들이 찬성하는 것으로 보였다. 2010년 11월, 사고 이전 여론조사의 47%의 비율과 비교했을 때 후쿠시마 이전으로 원전 여론이 어느 정도 회복된 것으로 보인다.<sup>147)</sup>

### 5.1.5 캐나다

캐나다는 1960년대, 천연 우라늄을 연료로 쓰는 가압 중수로형 캔두(CANada Deuterium Uranium, CANDU)를 독자적으로 개발하였고, 캔두형 원자로만 운영하고 수출하였다. 2007년까지 화력 발전소 폐쇄 계획에 따라 20년간 신형 캔두 8기의 원전의 신규 건설을 추진 중이었다. 2010년 말 기준, 총 전력의 18퍼센트를 생산하고 있었다.

후쿠시마 원전 사고 이후, 캐나다의 공식 입장은 신규 원전 건설 계획을 유지한다는 것이다. 뉴브런즈윅 주 원전의 운영을 2017년 6월까지 연장기로 결정하고, 온타리오 주 달링턴에 들어설 신규 원전 건설도 계속 추진하겠다는 뜻을 밝혔다. 2012년 1월 현재, 캐나다는 17기의 원자로를 보유하고 있고 3기는 건설 중이다.

### 5.1.6 핀란드

핀란드는 1977년에 원전을 도입해, 2011년 기준 가동 중인 원전은 총 4기로, 원전 비중이 33%를 차지하고 있다. 세계 최초로 고준위 방사성 폐기물 처분장을 최초로 건설 확정지었는데, 2011년 기준으로 세계에서 유일한 방사성 폐기물 처분장이다.

2005년, 온실 가스 감축 목표를 위해 원전 추가 건설로 정책을 선회해, 2008년에는 여섯 번째 원자로의 건설 인가를 신청한 상황이었다.

후쿠시마 원전 사고 이후, 원전 정책을 재검토하겠다는 계획을 발표하였다. 그러나 2011년 11월, 사고 이후 처음으로 원전 건설을 추진하겠다고 발표하였다. 신 원전 건설 프로젝트는 2015년 착공 예정으로, 총 40억~60억 유로 비용이 들 것으로 추산됐다. 환경론자들의 반발에도 불구하고, 원전을 새로이 짓는 이유는 경제 여건상 원자력을 없애고 신재생에너지로 대체할 여력이 없기 때문이라고 밝혔다. 이러한 발표에 따라 우리나라의 한국수력원자력(한수원)은 올해 말, 핀란드 원전 입찰에 참여할 예정이다.

147) World Nuclear News, Poll: New nuclear power 'best for Britain', 2012.01.27.

## 5.1.7 인도

인도 정부는 후쿠시마 원전 사고에도 불구하고 2050년까지 전체 에너지 공급의 25%를 원자력으로 조달하고, 2020년까지 원전을 통해 2만 MW를 생산하겠다고 밝혔다. 이를 위해 인도 원자력발전공사 (NPCIL)은 2030년까지 약 30기의 원전을 신규로 건설할 예정이다. 현재 인도 원전 관련 정책은 대내외적으로 탄력을 받고 있다. 대내적으로 기하급수적으로 늘어나는 전력 수요와 원전산업에 대한 정부의 호의적인 태도, 원전 사업의 다양화 필요성이 맞물려 있고, 대외적으로는 미국, 프랑스, 러시아 등 원전산업 강국들의 적극적인 협조와 원자력공급국그룹(Nuclear Suppliers Group) 국가들의 양해, 핵확산금지조약의 예외성이 공식적으로 인정되며 원전 정책을 추진하고 있다. 아래 [표 11]은 현재 인도 원전시장 관심 국가 및 협정 국가로서 인도가 많은 나라와 원전 사업을 활발히 진행하는 것을 보여준다.<sup>148)</sup> 인도는 이미 Trombay, Tarapur, Kalpakkam에 재처리 시설을 보유하고 있으며 2011년 Tarapur에 두 번째로 지어진 시설은 연간 100톤의 사용후핵연료를 재처리할 예정이다.<sup>149)</sup>

[표 11] 인도 원전시장 관심 국가 및 협정 국가

인도 원전시장 관심 국가 및 협정 국가		
국가	내용	관심 분야 및 진행 상황
나미비아	민간 핵 협정	우라늄 수입 및 원자로 건설 논의
나제르	민간 핵 협력(진행 중)	우라늄 수출입 관심
독일	민간 핵 협력(진행 중)	사업 논의, 인도 원전 안전성 관심
러시아	민간 핵 협정	쿠단쿨람, 하리푸르 프로젝트 진행 중
몽골	민간 핵 협정	우라늄 수출입과 기술 협력 논의
미국	민간 핵 협정	기술 교류 및 안전성 논의
벨기에	민간 핵 협력(진행 중)	의학분야 교류, Myrrha 실험 원자로 논의
브라질	민간 핵 협력(진행 중)	우라늄 수출입 관심
스웨덴	민간 핵 협력(진행 중)	인도 원자로 교체 사업 관심
스페인	민간 핵 협력(진행 중)	국내 원전산업 확대 불가, 인도에 큰 관심
아르헨티나	민간 핵 협정	원전 기술 및 과학자 교류
영국	민간 핵 협정(진행 중)	민간기업-공기업 간 교류 논의
이탈리아	민간 핵 협력(진행 중)	계획 중
카자흐스탄	민간 핵 협정	우라늄 수출입
캐나다	민간 핵 협정	원전 전반에 관한 교류
프랑스	민간 핵 협정	자이타푸르 프로젝트 진행 중
한국	민간 핵 협정	기술 교류 및 사업 참여 관심
헝가리	민간 핵 협력(진행 중)	기술 협력 논의 계획 중

자료: DAE, GOI Sitakanta Mishra, 'India's civil nuclear network: reality check', Journal of Air Power & Space Studies, 5(4): 107-132

148) Chindia Journal 2011.10.

149) World Nuclear News, India opens new reprocessing plant, 2011.01.07.

위의 국가들 외에도 이미 원전을 운영하고 있는 카자흐스탄, 브라질, 남아공의 국가들은 기존 원전 건설 계획을 추진하고 있으며, 원전 도입을 추진하고 있던 UAE, 폴란드, 터키, 케냐, 베트남, 칠레, 말레이시아에서도 기존에 계획되어 있던 원전 건설을 예정대로 추진할 계획이다. 베트남의 경우 러시아의 지원과 수주로 2014년부터 원전을 건설하기로 결정했고, 터키의 경우 일본과 진행되던 원전 협상을 중단하고 한국에 재협상을 요청한 상황이다.

## 5.2 탈원전국 동향

### 5.2.1 독일

독일은 현재 17기의 원자로를 가동해 전력 수요의 약 4분의 1을 담당하고 있다. 1999년 사민당-녹색당의 연정 출범으로 2000년, 탈원전 정책을 선언하였다. 그러나 2010년, 기민당-자민당 중심의 보수 연정에서 메르켈 총리가 원전 가동 시한을 평균 12년 연장했다. 후쿠시마 사고 이후, 메르켈 총리가 선거에서 패배하면서 독일은 탈원전 정책으로 돌아서게 된다. 곧바로 17개의 원전 중에서 8기는 가동을 중단 시켰고<sup>150)</sup>, 나머지 9기는 2022년까지 순차적으로 중단하는 계획을 밝혔다. 그리고 재생에너지 비중을 현재 20%에서 2020년까지 35%, 2050년까지 80%로 늘린다는 계획이다. 이러한 계획에 따라 2011년 독일의 친환경전기 생산 비중은 20.4%로 원전(17.7%)을 넘어섰다.<sup>151)</sup> 그러나 이러한 과정에서 전력대기업들이 입는 피해가 매우 크고 원전 포기로 인한 독일 정부의 채원 부담도 엄청난 수준이어서 과정이 순탄치만은 않을 전망이다.

### 5.2.2 스위스

1990년에 있었던 국민 투표에서 스위스는 2000년까지 신규 원전 건설의 동결을 결정한다. 그러나 2003년, 새로운 국민 투표에서는 반원자력 결정이 모두 부결되고 신규 원전 건설이 가능해졌다. 2010년 기준, 스위스는 5기의 원전이 전력 생산

150) Nuclear Power in Germany, WNA, 2012.08.

151) 독일 친환경 발전이 원전 앞질러...앞길은 가시밭, 조선비즈, 2011.12.25.

의 38%를 담당하고 있다. 그러나 후쿠시마 원전 사고 이후, 베츠나우 2기와 이프 슈타트 1기의 원자로를 신형으로 교체하고 보수하려던 계획을 전면 취소하였다. 또한 원전 반대 여론이 대두되자 2011년 9월, 원전 신설을 금지하고 스위스 내 4 곳의 원전을 모두 폐기하는 법안을 승인하였다. 이에 따라 스위스 국내의 원자로 5기를 향후 20년간 단계적으로 폐쇄하게 된다. 앞으로 스위스는 원자력 발전을 대신해 수력발전과 재생에너지 사용 비중을 늘릴 방침이다. 원전을 모두 폐기하는데 약 38억스위스프랑(42억달러)의 비용이 들 것으로 추산하고 있다.<sup>152)</sup>

### 5.2.3 이탈리아

이탈리아는 체르노빌 사고 이후, 유럽에서 가장 먼저 탈원전 정책을 추진한 나라이다. 1987년, 국민 투표로 1990년까지 모든 원전을 폐쇄하겠다고 결정하고 계속해서 탈원전 정책을 유지해 왔다. 그 결과 뚜렷한 대안 없이 전력 공급의 불안정과 전력 가격 상승으로 엄청난 경제적 손실을 겪고 에너지 안보 위협에 직면하게 되었다. 이를 극복하기 위해 이탈리아는 2008년, 2014년까지 원자로를 4기 건설하고, 2030년까지 원전 비중을 25%까지 확대하겠다는 계획을 수립한다. 그러나 후쿠시마 사고로 인해 원전에 대한 국민들의 여론이 뜨거워지고, 2011년 6월, 국민 투표 결과 94%의 원전 반대 결과로 원전 건설을 무기한 보류하고 있다.

### 5.2.4 벨기에

벨기에는 현재 원자로 7개를 운영하고 있고, 전력의 51%를 원자력에서 공급받고 있다.<sup>153)</sup> 1999년, 탈원전을 선언하고 40년의 설계수명이 끝나는 대로 원전을 폐쇄한다는 결정을 내렸다. 따라서 가장 오래된 3기의 원자로는 2015년에 폐쇄하는 것으로 계획되어 있었다.<sup>154)</sup> 그러나 2009년 벨기에는 2015년 폐로 예정이던 3기의 원자로 폐로 시점을 10년간 늦추고, 나머지 4기는 20년 수명을 연장하는 결정을 내렸다. 벨기에 전력의 반 이상을 책임지는 원자력 에너지를 당장 포기하기에는 전기 요금 인상 등의 부담이 컸기 때문이다.<sup>155)</sup> 그러나 후쿠시마 사고 이후, 원전 반대 여론에 따라 오는 2015년부터 원자력발전소 가동을 단계적으로 중단하기로

152) 스위스 상원 '탈 원전' 법안 승인, 머니투데이, 2011.09.29.

153) WNA (World Nuclear Association), <http://www.world-nuclear.org> 2011. 6.

154) Leo Cendrowicz, "Japan crisis raises questions about Belgium's nuclear policy", Bulletin, 2011. 3. 17.

155) "Belgium delays nuclear phase-out until 2025: minister", Nuclear Power Daily, 2009. 10. 12.



합의하였다. 노후한 3개 원자로를 2015년까지 폐기하고, 전력을 대체할 에너지를 찾는다는 전제 아래 나머지 원자로 4곳도 2025년까지 폐기하기로 결정하였다.<sup>156)</sup>

### 5.2.5 스웨덴

스웨덴은 1972년, 원전의 상업 운영을 시작한 이래 총 10기의 원자로를 가동하고 있다. 스웨덴은 당초 신규 원전 건설에 부정적이었다. 1985년 이후 신규 발전소가 건설되지 않았으며, 1999년에 바르세베크 1호기, 2005년에 2호기가 폐쇄됐다. 1980년 국민 투표에 의해 더 이상의 추가 원전 건설은 하지 않고 가동 중인 원전도 단계적으로 폐기한다고 결정했다. 스웨덴은 2010년까지 모든 원전의 운영을 정지하기로 1988년에 결정한 바 있다. 그러나 후쿠시마 원전 사고 직전 국민 80퍼센트가 원자력에 찬성한다는 여론 조사 결과가 나오고 대체 에너지 개발이 여의치 않자, 원자로 수를 유지하는 선에서 신규 원전을 건설하는 방향으로 정책을 바꾸기 시작했다. 후쿠시마 원전 사고가 일어난 이후에, 기존의 원전 정책을 철회하고 원전을 축소하기로 한 상황이다.

### 5.2.6 일본

일본은 1963년에 상업용 원자로 가동을 시작해, 후쿠시마 이전까지 총 55기의 원자로를 보유한 세계3위의 원자력 대국이었다. 2010년 기준 일본은 에너지 수입 의존도가 84%에 달해, 원전 발전 비중 29.2%에서 더 늘일 수밖에 없는 상황이었다. 후쿠시마 사고 이전까지만 하더라도 원자로 12기 이상을 추가로 건설하고, 원전 비율을 50%까지 확대할 계획이었다.

하지만 후쿠시마 원전 사고 직후, 후쿠시마 원전 가동을 중지시키고, 원전 확대 정책을 폐기하기로 발표한다.<sup>157)</sup> 이에 따라 일본의 진보 진영은 탈원전 발표를 반기고 나섰으나, 보수 진영에서는 대체 전력의 확보 대책이 뒷받침되지 않은 탈원전 발표는 비현실적이라 비난이 일었다. 그러나 탈원전 발표와는 달리, 2012년 1월에 새로운 발표를 하는데, 원전 운전 기간을 원칙 40년으로 하되, 예외적으로 원전 사업자가 희망하는 경우 1회에 한해 20년 연장을 인정한다고 발표하였다. 또한 해외에 적극적인 원전 수출을 추진 중으로, 새로이 원전을 건설하지 않겠다는

156) Belgium agrees on conditional nuclear exit plans, REUTERS, 2011.10.31.

157) 김종현, 「총리 脫원전 원맨쇼에 日 '발각」, 《서울신문》, 2011. 7. 14.

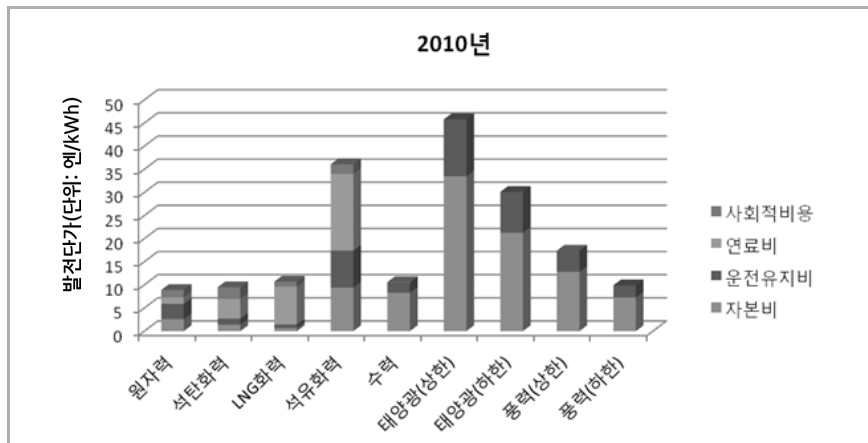
방침에도 불구하고, 탈원전 정책에 반하는 행보로 인해 일본 국민들의 불신은 가라앉지 않고 있다.

또한, 일본은 이 과정에서 원전에 대한 전면적인 검증 작업을 시행했으며 그 내용은 다음과 같다.

- ▶ 동일본 대지진과 후쿠시마 원전 사고 이후 일본의 에너지 전략은 변혁기에 돌입하였으며, 이 과정에서 원자력 발전이 값싼 에너지원인가에 대해 정부 차원의 검증
  - 후쿠시마 원전 사고 이후 원전의 각종 사회적 비용이 드러나면서 원전이 정말 값싼 에너지원인가에 대한 의문이 제기되었는데 일본정부는 「발전단가 검증위원회」를 통해 이 의문에 대응
  - 「발전단가 검증위원회」는 원자력 이외에도 석탄·석유·LNG 등 화석 연료, 풍력·지열·태양광 등 재생에너지, 가스 코제네레이션 등 분산형 전원, 에너지 절감 활동을 대상으로 발전단가<sup>158)</sup>를 추정하여 발표

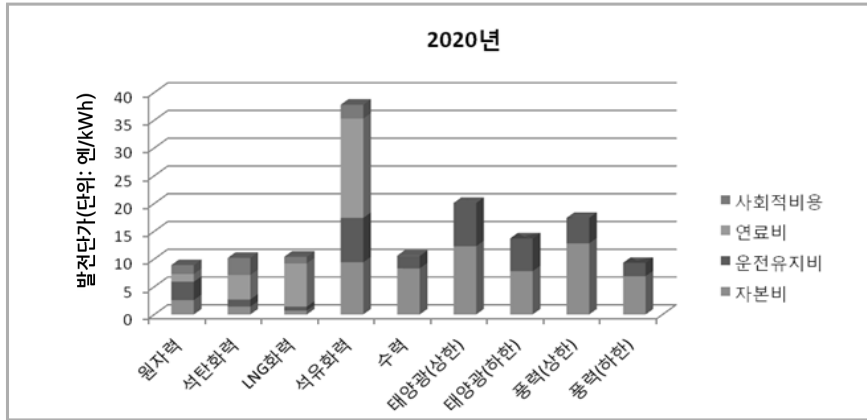
\* 발전단가 =  $\frac{\text{자본비} + \text{운전유지비} + \text{연료비} + \text{사회적비용}}{\text{발전전력량}(kWh)}$

\* 사회적 비용 = 환경대책비+사고위험대책비+정책경비

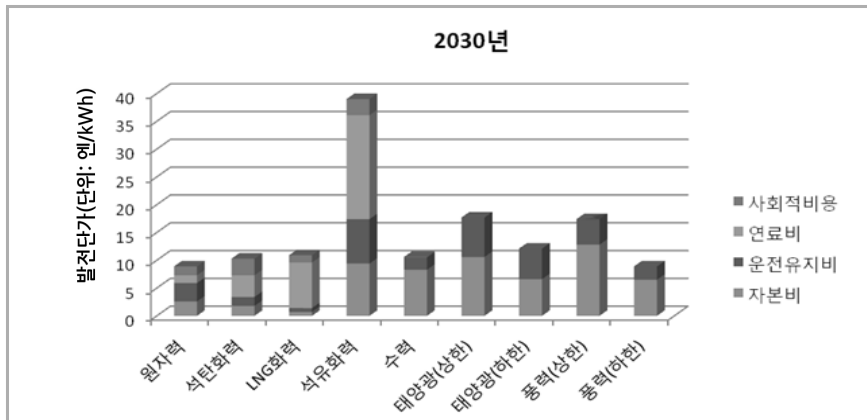


[그림 44] 전원 종류별 발전단가(2010) - 일본

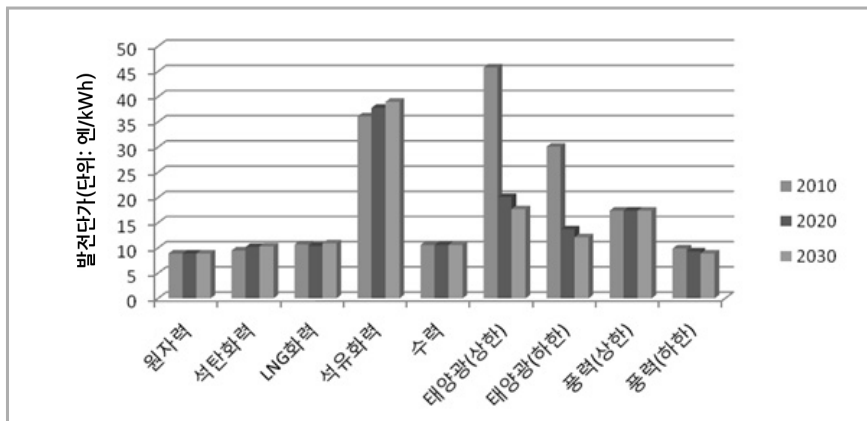
158) 발전단가 검증위원회. 발전비용 계산시트 (<http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02.html>)



[그림 45] 전원 종류별 발전단가(2020) - 일본



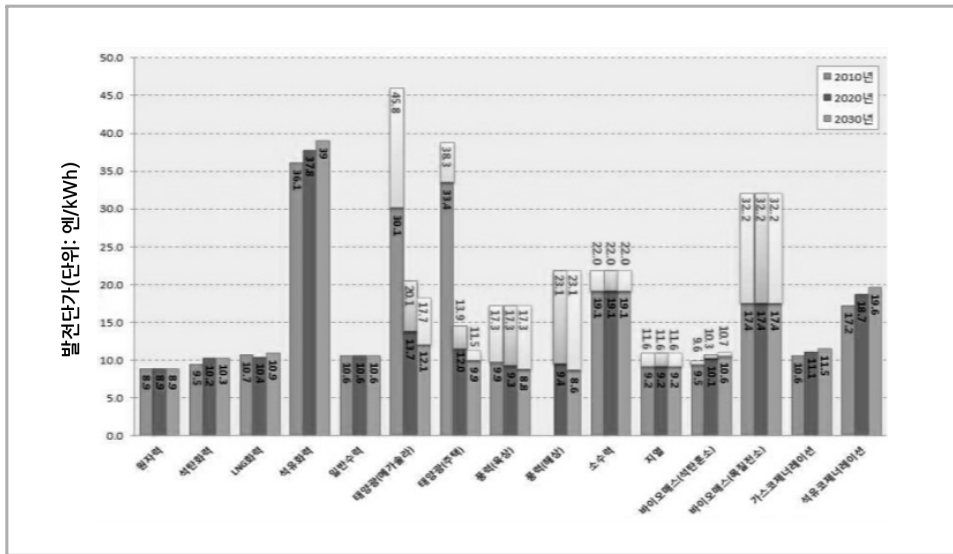
[그림 46] 전원 종류별 발전단가(2030) - 일본



[그림 47] 전원 종류별 발전단가(2010-2030) - 일본

[표 12] 전원 종류별 발전단가(2010-2030) - 일본

전원종류	2010년						2020년						2030년					
	합계	자본비	운전 유지비	연료비	사회적 비용	폐열 가치	합계	자본비	운전 유지비	연료비	사회적 비용	폐열 가치	합계	자본비	운전 유지비	연료비	사회적 비용	폐열 가치
원자력	8.9	2.6	3.3	1.4	1.6	0.0	8.9	2.6	3.3	1.4	1.6	0.0	8.9	2.6	3.3	1.4	1.6	0.0
석탄화력	9.5	1.4	1.3	4.3	2.5	0.0	10.2	1.4	1.3	4.4	3.1	0.0	10.3	1.8	1.6	3.9	3.0	0.0
LNG화력	10.7	0.7	0.7	8.2	1.1	0.0	10.4	0.7	0.7	7.8	1.2	0.0	10.9	0.7	0.7	8.2	1.3	0.0
석유화력	36.1	9.4	8.0	16.6	2.1	0.0	37.8	9.4	8.0	17.9	2.5	0.0	39.0	9.4	8.0	18.7	2.9	0.0
일본수력	10.6	8.3	2.2	0.0	0.1	0.0	10.6	8.3	2.2	0.0	0.1	0.0	10.6	8.3	2.2	0.0	0.1	0.0
태양광(메가솔라) 상한	45.8	33.5	12.3	0.0	0.0	0.0	20.1	12.3	7.8	0.0	0.0	0.0	17.7	10.6	7.1	0.0	0.0	0.0
태양광(메가솔라) 하한	30.1	21.3	8.8	0.0	0.0	0.0	13.7	7.8	5.9	0.0	0.0	0.0	12.1	6.6	5.5	0.0	0.0	0.0
태양광(주택) 상한	38.3	30.5	7.8	0.0	0.0	0.0	13.9	10.1	3.8	0.0	0.0	0.0	11.5	8.3	3.1	0.0	0.0	0.0
태양광(주택) 하한	33.4	26.6	6.8	0.0	0.0	0.0	12.0	8.7	3.3	0.0	0.0	0.0	9.9	7.2	2.7	0.0	0.0	0.0
풍력(육상) 상한	17.3	12.8	4.6	0.0	0.0	0.0	17.3	12.8	4.6	0.0	0.0	0.0	17.3	12.8	4.6	0.0	0.0	0.0
풍력(육상) 하한	9.9	7.3	2.6	0.0	0.0	0.0	9.3	6.9	2.4	0.0	0.0	0.0	8.8	6.5	2.3	0.0	0.0	0.0
풍력(해상) 상한	-	-	-	-	-	-	23.1	17.1	6.1	0.0	0.0	0.0	23.1	17.1	6.1	0.0	0.0	0.0
풍력(해상) 하한	-	-	-	-	-	-	9.4	6.9	2.5	0.0	0.0	0.0	8.6	6.3	2.3	0.0	0.0	0.0
소수력 상한	22.0	7.9	14.1	0.0	0.0	0.0	22.0	7.9	14.1	0.0	0.0	0.0	22.0	7.9	14.1	0.0	0.0	0.0
소수력 하한	19.1	6.3	12.8	0.0	0.0	0.0	19.1	6.3	12.8	0.0	0.0	0.0	19.1	6.3	12.8	0.0	0.0	0.0
지열 상한	11.6	5.9	5.7	0.0	0.0	0.0	11.6	5.9	5.7	0.0	0.0	0.0	11.6	5.9	5.7	0.0	0.0	0.0
지열 하한	9.2	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0	9.2	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0	9.2	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
바이오매스(석탄분소) 상한	9.6	1.5	1.3	4.5	2.4	0.0	10.3	1.5	1.3	4.6	3.0	0.0	10.7	1.5	1.3	4.6	3.4	0.0
바이오매스(석탄분소) 하한	9.5	1.4	1.3	4.3	2.4	0.0	10.1	1.4	1.3	4.4	3.0	0.0	10.6	1.4	1.3	4.5	3.4	0.0
바이오매스(목질전소) 상한	32.2	2.7	5.2	24.3	0.0	0.0	32.2	2.7	5.2	24.3	0.0	0.0	32.2	2.7	5.2	24.3	0.0	0.0
바이오매스(목질전소) 하한	17.4	2.0	4.5	10.9	0.0	0.0	17.4	2.0	4.5	10.9	0.0	0.0	17.4	2.0	4.5	10.9	0.0	0.0
가스코제너레이션	10.6	1.0	1.6	15.2	1.9	-9.1	11.1	1.0	1.6	15.1	2.2	-8.7	11.5	1.0	1.6	15.1	2.4	-8.6
석유코제너레이션	17.2	1.5	1.9	17.2	2.2	-5.5	18.7	1.5	1.9	18.7	2.7	-6.1	19.6	1.5	1.9	19.5	3.2	-6.4
연료전지	101.9	78.5	18.5	11.3	1.1	-7.5	20.4	14.3	1.0	11.3	1.5	-7.7	11.5	6.2	0.6	10.3	1.6	-7.2



[그림 48] 전원 종류별 발전단가(2010-2030)

- ▶ 검증 결과, 사회적 비용을 포함할 경우 원전의 발전단가는 석탄이나 LNG와 비슷한 수준까지 상승한 반면, 풍력·지열·태양광 등 재생에너지는 기술혁신과 양산효과로 향후 단가가 큰 폭으로 하락할 것으로 추정
  - 이와 같은 결과를 토대로, 검증위원회는 원전의존도를 저감시켜 나가는 반면 원전을 대체할 에너지원으로서 재생에너지, 분산형 전원, 에너지 절감을 중시해야 한다는 기본방향을 제시
  - 검증위원회는 발전단가의 계산방법과 결과를 모두 공개하였고 각계의 의견을 반영하여 이를 수정하겠다는 입장인으로서 과학적 방법과 객관적 데이터에 의거한 에너지 전략 수립에 크게 기여할 것으로 기대

2012년 9월 15일 일본 정부는 오랜 논의 끝에 탈원전 전략이 담긴 새로운 장기 에너지 전략을 발표했다. 이 전략의 골자는 2030년대까지 원자력 의존도를 제로로 낮추겠다는 것이다. 원전 비중을 낮추는 수단은 크게 세 가지다. 하나는 '40년 원칙'으로 불리는 원전 폐기 정책. 가동연수가 40년을 넘은 원자로를 차례차례 운영을 중지해 원전 비중을 자연 감소시키겠다는 전략이다. 이 전략에 따르면 2049년이 되면 일본 내 원전은 한 곳도 남아 있지 않게 된다. 두 번째는 현재 정기검사 등으로 가동이 중지된 원자로의 엄격한 선별. 원자력규제위원회가 철저한 안전성 검사를 통해 합격 판정을 내린 곳만 재가동시킨다는 방침이다. 마지막으로 앞으로 원자력 발전소 신·증설은 원칙적으로 금지할 계획이다.

이 장기 에너지 정책 수립은 여론수렴 과정을 거쳐서 최종 발표된 것으로, 당초 일본 정부는 원전 비중 15%를 목표로 삼았으나, 공청회 등을 거치면서 탈원전을 요구하는 목소리가 높아지자 정책의 방향을 틀었다.<sup>159)</sup>

## 5.3 그 밖의 국가(원전 정책 재검토 국가 동향)

### 5.3.1 중국

중국의 전력 생산에서 원자력의 비중은 현재 1.9퍼센트에 불과하다. 풍부한 석탄 매장량, 낮은 석탄 가격, 원전에 대한 부정적 여론 탓에 원전 건설에 소극적이

159) 안재석, 「日 '원전 제로'선언... "2040년까지 모두 폐기"」, 《한국경제》, 2012.9.17

었다. 그러나 최근에는 일대 전환기를 맞고 있었다. 중국은 제10차 5개년계획(2001~2005년)에서 원자로의 국산화 추진을 천명하고 원전의 본격 확대에 나섰다. 중국은 원전 확대 계획에 따라 2020년까지 약 30기의 원자로를 증설하고, 2050년까지 원전 발전량을 250기가와트까지 크게 확대한다는 계획을 세움으로써 세계에서 가장 급격한 확대 추세를 보였다. 세계 원자력 협회(WNA)에 따르면 현재 중국에서 건설 중인 원전은 27기이고, 건설 계획이 잡힌 것은 50기 이상이다. 그러나 2011년 3월 일본 원전 사고 이후 신규 원전건설을 일단 중단하다가, 2012년 건설을 재개할 움직임을 보이고 있다. 2012년 2월 현재 중국은 새로운 핵 안전계획과 원전 중장기발전계획을 심의하고 있으며, 2012년 안에는 원전심사가 재개될 것으로 전망되고 있다. 또한 러시아와 협력 하여 CEFR(China Experimental Fast Reactor)을, 미국 테라파워사와 협력 하여 TWR(Travelling Wave Reactor) 등을 개발 하는 등 원자력 기술 강국과 같이 4세대 원전 개발에 열을 올리고 있다.

### 5.3.2 스페인

스페인은 1960년대에 원전 건설을 시작해 원자로 건설을 늘려 왔다. 그러나 스페인 마일 섬 사고와 체르노빌 사고 이후 계획 중이던 원전 건설을 취소하고 탈원전 정책으로 돌아섰다. 그에 따라 1990년과 2006년에 원자로를 각각 폐쇄하는 조치에 들어갔다.<sup>160)</sup> 그러나 안정적 전력 공급과 온실가스 배출 감축의 이유로 2010년 이후에는 원자로 폐쇄를 중단하고 원전 시설 수명을 연장하는 쪽으로 전환하고 있다. 이에 따라 2011년에는 원전 수명을 40년으로 제한하는 법을 없애기도 했다. 후쿠시마 사고와 스페인 대중들의 반대 의견에도 불구하고, 스페인은 전력 공급을 위해 대부분의 원전을 재가동하고 2021년까지 원자로 교체 계획을 논의할 것으로 전망하고 있다.<sup>161)</sup> 스페인은 2013년에 원전 폐쇄 결정이 내려진 가로나 원전의 가동을 2019년까지 늘리는 방안에 대해 재검토 할 것으로 보인다. 2012년 7월까지 원자력 안전, 방사선 방호 조건 만족 시 2019년까지 수명을 연장할 계획이다. 그러나 새로운 원전 건설에는 반대하는 방침이어서, 2012년 2월 현재 원전 건설 계획은 없다.<sup>162)</sup>

160) 「스페인 의회, 장기 에너지전략 결정 시 탈원전 정책 재고 전망」, 한국원자력산업회-뉴스센터-해외동향, 2010.11.11

161) WNA (World Nuclear Association), <http://www.world-nuclear.org> 2012. 2.

162) Spain ageing nuclear plant may stay open: report, REUTERS, 2012.01.02.

# 국제적 원자력 안전 기준 강화 추세 분석



원전의 운영에서 가장 중요한 요소는 안전성의 확보와 그에 대한 신뢰이다. 어느 특정 국가에서 발생하는 사고는 그 나라에 국한되는 것이 아니라 전 세계 원전을 가동하는 국가에 직·간접으로 심대한 영향을 미친다. 따라서 원전의 운영에 대한 기준은 국제성을 띠게 마련이다.

## 6.1. 원전 선진국의 원자력 안전 관리 정책

### 6.1.1 미국

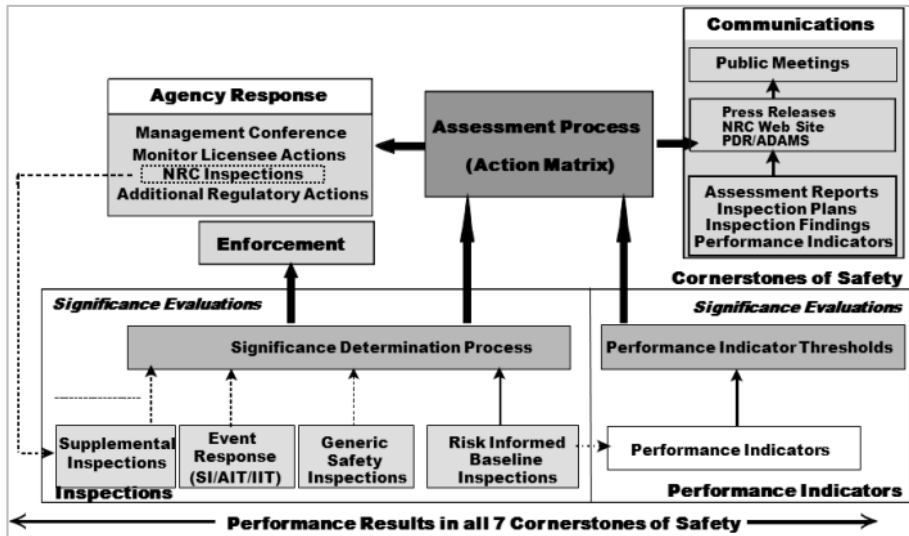
미국의 안전규제는 연방 정부의 독립 행정기관인 미국 원자력 규제 위원회(Nuclear Regulatory Commission, NRC)가 맡고 있다. 원자력 규제 위원회는 미국 내의 모든 핵물질 이용 분야의 위험성으로부터 국민의 건강과 안전을 보장하고, 환경을 보전하는 차원에서 핵물질 취급 시설의 인허가, 규칙의 제정과 준수를 위한 검사·강제 집행 업무를 수행하고 있다.

원자력 개발과 규제 업무의 분리는 1974년 에너지 기구 재편성법(Energy Reorganizin Act)으로 규정됐다. 이에 따라 이전의 원자력 위원회(Atomic Energy Commission)는 폐지되고, 개발 부문은 에너지 연구 개발청(ERDA)이 설립됐다. 후에 에너지부로 개편됐고, 규제 부문은 원자력 규제 위원회가 관장하도록 구도가 짜였다.

미국의 현행 원자력 개발·규제 체제는 1954년 원자력법(Atomic Energy Act),

1974년 에너지 기구 재편성법을 근간으로 하고 있다. 1979년 스리마일 섬 원전 사고 이후 규제가 대폭 강화되면서, 다른 한편으로는 중첩과 비효율을 낳았다. 1954년 최초의 원자력법에서는 원전 건설 인허가 과정은 건설 허가 와 운영 허가 로 나뉘어 5년 정도 소요됐다. 그러나 스리마일 섬 사고 이후에는 약 12년으로 길어졌다. 이로 인해 1992년 에너지 정책법(Energy Policy Act)에서는 설계 인증, 사전 부지 인가, 건설·운영의 복합 허가 로 체계를 정리했다.

원자로 관리 감독 체계에서는 원자로 안전성, 방사능 안전성, 보호 수단이 안전 규제의 핵심 사안이다. 원전 시설 가동에 관한 안전 요소는 일곱 가지 항목으로 구분된다. 원자로 가동 개시, 안전사고 대비시스템, 방벽의 완전성, 긴급 상황 대비, 대중의 방사능 안전, 근로자의 방사능 안전, 물리적 보호 등이다[그림 49]163).



[그림 49] 원자로 관리 감독의 과정에 대한 개요

원자력 규제 위원회는 1995년부터 중전에 발전소 운영 실적을 18개월마다 평가하는 발전소 실적 평가 보고서(Systematic Assessment of License Performance)에 리스크 정보와 운전 실적을 반영하기 시작했다. 구체적으로는 방사선 관리와 긴급 시 계획, 원전 보안, 안전 평가 등을 포함해 운전과 보수, 엔지니어링, 지원 서비스에 대한 심사를 포함한다.

163) U.S.NRC, Detailed Reactor Oversight Process, [http://www.nrc.gov.reactors\\_operating\\_oversight\\_rop-description.html](http://www.nrc.gov/reactors_operating_oversight_rop-description.html)



## 6.1.2 프랑스

프랑스의 원자력 규제 모범이라 할 수 있는 것은 “Act on Transparency and Security in the Nuclear Field(2008)”이다. 프랑스의 고준위 방폐물 처리는 특별히 “고준위방폐물관리법”(Act No. 91-1391, 1991)에 따라 자연환경, 공공보건, 미래세대의 권익을 고려하여 관리 처분하도록 규정하고 있다. 또한 고준위 폐물의 심지층 저장 또는 처분을 위한 지하 연구소의 건설과 운영 여건도 규정하고 있다. 또한 이 법은 정부가 향후 15년 이내에 의회에 고준위 폐기물 저장방안 연구 검토와 해당 저장시설과 관련된 책임을 규정한 보고서를 제출하도록 시한을 제한하고, 방폐물 처분전담기구로 “국가방폐물관리기구(ANDRA)” 설립과 그 위상과 책임을 규정하고 있다.

1992년 발표된 고준위방폐물관리법(1991) 시행령은 공익단체가 지하 연구시설의 건설과 운영의 관리를 위해 참여할 수 있도록 했다. 1993년 시행령은 ANDRA의 방폐물 심지층 처분 관련 지하연구시설 건설과 운영에 관한 인허가를 규정했고, 1999년 시행령은 각 지하 연구시설에서의 지역정보 모니터 위원회 설립을 규정하고 있다. 2006년 하원은 1991년부터 국회와 정부가 지명하는 12인의 전문가로 구성된 국가평가위원회가 작성한 핵물질과 방사성 폐기물의 지속가능한 관리 프로그램 법안(Nuclear Materials and Waste Sustainable Management Program Act)을 승인하였다.

2012년 2월 프랑스는 새로운 원자력 법령을 개정하였다. IAEA의 새로운 표준과 후쿠시마 사고 이후 떠오른 쟁점인 응급상황 관리 규제, 외부사고 감시 등에 대한 대응을 반영한 법령이다. 프랑스 내각은 이를 공포하였으며 2013년 7월부터 발효 예정이다. 그 세부 내용은 다음과 같다.

- ▶ 2020-2025년 가동을 목표로 장수명 핵종 소멸처리용 고속로의 실증로 건설
- ▶ 2015년 인허가, 2025년 운영을 목표로 고준위 유리화 폐기물의 심지층 처분 시설 건설
- ▶ 2016년 가동목표로 MOX 사용후핵연료 관리를 위한 장기 지층 저장시설 건설
- ▶ 폐기물 처리를 위한 회수 가능한 처리기술 개발 추진과 해외 폐기물의 국내 위탁저장과 처분 금지

다음은 프랑스 원자력 규제 관련 법 및 제도의 주요 변화이다

1991년, “고준위방폐물관리법”발표

- ▶ 1992년 지하 연구시설 건설과 운영 관리에 공익단체 참여 가능
- ▶ 1993년 국가방폐물관리기구(ANDRA)의 방폐물 심지층 처분 관련 연구 시설 건설과 운영 허가
- ▶ 1999년 각 지하 연구시설에서의 지역정보 모니터 위원회 설립 규정
- ▶ 2006년, 핵물질과 방사성 폐기물의 지속가능한 관리 프로그램 법안(Nuclear Materials and Waste Sustainable Management Program Act) 승인
- ▶ 장수명 핵종 소멸처리용 고속로의 실증로, 고준위 유리화 폐기물의 심지층 처분 시설, MOX 사용후핵연료 관리를 위한 장기 지층 저장시설 건설 계획
- ▶ 폐기물 처리를 위한 회수 가능한 처리기술 개발 추진과 해외 폐기물의 국내 위탁저장과 처분 금지
- ▶ 2006년, 원자력 규제 모범이라 할 수 있는 “Act on Transparency and Security in the Nuclear Field” 발표

### 6.1.3 일본

일본은 핵연료 주기의 완성을 목표로 우라늄 농축 시설과 저준위 방사성 폐기물 매립 시설을 국내에서 사업화하고, 재처리 시설도 건설하는 전 영역의 사업화를 진행해 왔다. 그러나 몬주 고속증식로 사고를 계기로 1993년에 착공한 로카쇼무라 재처리 제1공장 완공이 2007년으로 연기되었고, 로카쇼무라 재처리 제2공장 건설도 2010년 이후에 추진 여부를 재검토하는 것으로 지체되고 있다. 이런 상황에서 플루토늄을 이용하는 고속로의 실용화도 장기간 지연될 것으로 보여, 사용후 핵연료의 저장시설 설치가 시급한 과제로 떠올랐고, 이에 무쓰 중간저장 시설 건설을 서두르게 된 것이다.

일본의 원자력 규제 관련 법규는 다음 표와 같다.

[표 13] 일본의 원자력 관련 법규

1	Act on Compensation for Nuclear Damage(Act No.147 of 1961)
2	Act on Indemnity Agreements for Compensation of Nuclear Damage(Act No.148 of 1961)
3	Order of the Execution of the Act on Compensation for Nuclear Damage(Cabinet Order No. 44 of 6 March 1962) (시행령)
4	Order of the Execution of the Act on Indemnity Agreements for Compensation of Nuclear Damage(Act No. 45 of 1962) (시행령)

일본은 1994년 6월 원자력위원회의 ‘원자력의 연구, 개발, 이용에 관한 장기계획’에 따라 고준위 폐기물의 지층처분 추진 체계로서 1995년 9월 “원자력 후행 핵주기 대책 전문회의”와 “고준위 폐기물 처분 간담회”를 설치하여 처분 방안에 대한 사회경제적 측면을 검토했다. 또한 지층 처분의 기술적 신뢰성과 처분 예정지 선정과 안전기준 설정에 필요한 기술적 근거를 규명하고, 처분 사업의 주체와 안전규제 당국의 기술 기반 등 관련 주제를 다루었다.

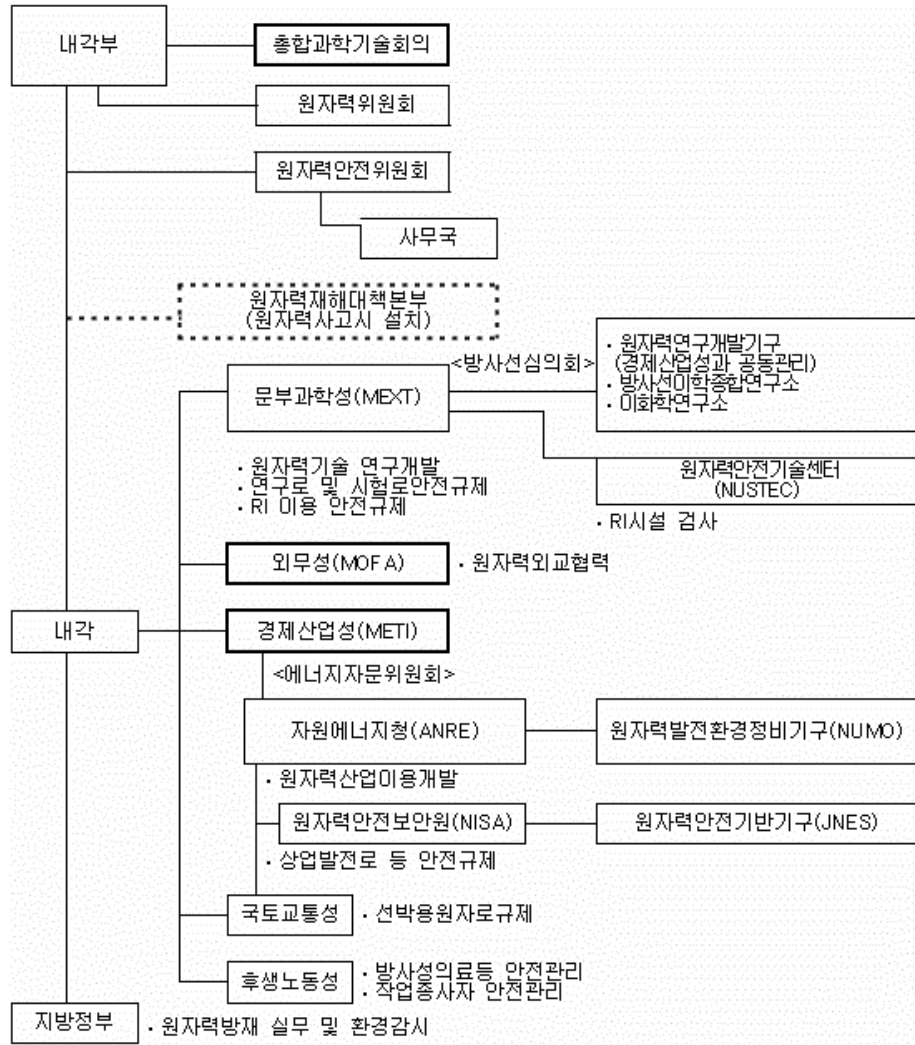
그리고 재처리로 발생하는 고준위 방폐물의 처분을 위해 2000년 “특정방사성폐기물최종처분에관한법”을 제정하여, 방폐물 최종처분 전담기구, 재무 체계, 부지 선정 기준과 절차 등을 규정하였다. 처분 사업의 시행 주체로 2000년에 방폐물 관리기금 전담기구(RWMC), 처분 사업 전담기구로 원자력발전환경정비기구(NUMO)를 설립하고, 2030~2040년대 중반 처분장 운영을 시작하도록 권고하고 있다.

일본에서는 경제산업성(METI)이 방폐물 처분 정책을 총괄하고 NUMO와 RWMC등의 산하 기관을 감독하며, NUMO가 처분 부지 선정 계획과 이행 책임을 갖도록 했다. 그리고 부지 선정 과정에 대해서는 단계별 추진 원칙에 따라 세부적 규정을 두고 있다. 폐기물을 발생시키는 원자력 사업자가 폐기물 처분 비용을 부담하되 전력 판매량의 일부를 적립하도록 한 것이 눈에 띈다. 경제산업성은 NUMO의 사업 예산에 대해 허가권을 갖고 RWMC의 국가 기금 관리에 대해 감독한다.

일본의 경우, 상업 원자로 등의 안전규제를 담당하고 있는 기관인 원자력 안전보안원이 원자력 산업 진흥을 담당하는 경제 산업성 산하에 있다는 점에서 그동안 IAEA의 기준인 안전규제-진흥 업무 간의 독립성이 보장되지 않았다는 지적을 받아왔다.([그림 50]<sup>164)</sup>) 그러나 후쿠시마 사고 이후, 일본 경제산업상은 원자력 안전보안원을 독립시킨다는 방침을 발표하였고 구체적인 추진 계획이 수립되고 있다.<sup>165)</sup>

164) 원자력국제협력통합정보시스템, <http://www.icons.or.kr/>, 원자력 현황(일본)

165) 김영식, 「日 가이에다 경제산업상, "원자력안전보안원 내년 분리할 것"」, 《아시아경제》, 2011. 6. 22.



[그림 50] 일본의 원자력 행정체계

- 경제산업성<sup>166)</sup>: 경제산업성 자원에너지청의 전력·가스 사업부에서는 원자력 에너지의 이용, 개발과 에너지 관련 종합정책을 수립한다. 산하 기관인 원자력 안전보안원<sup>167)</sup>은 원자력 발전 시설의 안전과 상업용 핵연료 주기 시설, 방사성 폐기물 관리 시설을 규제한다.
- 문부과학성<sup>168)</sup>: 원자력 관련 과학기술 연구와 개발을 담당하는 부서로서 산

166) 経済産業省, Ministry of Economy, Trade and Industry(METI)

167) 原子力安全・保安院, Nuclear and Industrial Safety Agency(NISA)

168) 文部科学省, Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology(MEXT)

하 기관인 과학기술·학술정책국<sup>169</sup>)이 연구형 원자로의 안전과 방사능 안전에 대한 규제를 담당한다.

- 후생노동성<sup>170</sup>) 의약식품국<sup>171</sup>)과 의정국<sup>172</sup>) : 의료법<sup>173</sup>)에 의거하여 의학 부문에서 발생하는 방사성 폐기물 관리의 지침을 제공한다.
- 원자력위원회(AEC): 총리 직속의 독립 기관으로서 상위 권한을 갖고, 원자력의 연구·개발·이용에 관한 정책 수립, 예산 배분 등 주요사항을 기획·심의·결정한다.
- 원자력안전위원회(NSC): 안전 목표 수립과 관련 정책을 결정하고, 원자로·핵물질 안전규제 등에 관한 사항에 대해 2차 심사를 담당한다. (원자력 안전보안원에서 1차 심사를 담당)
- 일본원자력연구개발기구(JAEA): 원자력의 기초, 응용 연구와 핵연료 사이클의 기술에 관련되는 연구 개발 성과의 보급과 활용을 담당한다. 또한, 원자력 관련 인력의 교육을 맡아 자질을 향상시키고, 원자력 정보를 수집, 정리하여 제공하는 역할을 한다.<sup>174</sup>)

또한 원자력 사고가 나는 경우 내각 산하에 설치된 원자력재해대책본부 등이 관장하며, 지방 정부도 모두 자체적으로 원자력 안전 검사 등을 시행하고 있다. 원전의 건설과 가동을 위해서는 이들 이중의 인허가 단계를 모두 통과해야 한다. 이번 후쿠시마 사고 이후 가동이 중단된 원전의 경우에도 원자력안전청(NISA)의 재가동 승인을 받는 것과 함께 반드시 지방정부의 허락을 받아야 가동을 재개할 수 있다.

#### 6.1.4 캐나다

캐나다의 원자력에 대한 주요 규제는 원자력 안전 통제법(Nuclear Safety and Control Act(1997)), 캐나다 환경 평가법(Canadian Environmental Assessment Act(1992)), 원자력 책임법(Nuclear Liability Act(1985))에 규정되어 있다. 이 중에

169) 科学技術·学術政策局, Science and Technology Policy Bureau(STPB)

170) 厚生労働省, Ministry of Health, Labour and Welfare(MHLW)

171) 医薬食品局, Pharmaceutical and Food Safety Bureau(PFSB)

172) 医政局, Health Policy Bureau(HPB)

173) 医疗法, Medical Care Act

174) 원자력국제협력통합정보시스템, <http://www.icons.or.kr/>, 원자력 현황(일본)

서 가장 중요한 기능을 하는 원자력 안전 통제법(Nuclear Safety and Control Act)의 골자를 살펴보면 다음과 같다.

(1) 캐나다 원자력 안전 통제법(Nuclear Safety and Control Act)의 법적 근거

- 원자력 안전과 통제에 관련되는 전반적 규제
- 절차상의 규칙
- 방사선에 대한 보호 규정
- Class I 원자력 시설에 대한 규제
- Class II 원자력 시설과 규정된 설비(prescribed equipment)에 대한 규제
- 우라늄 광산과 공장에 대한 규제
- 핵 물질과 방사능 기구에 대한 규제
- 핵 물질의 포장과 운송에 대한 규제
- 핵 안보 규정
- 핵 비확산 수출·입 통제에 대한 규정

(2) 원자력 안전 통제법(Nuclear Safety and Control Act)에 의해 캐나다 원자력 안전 위원회(Canadian Nuclear Safety Commission)가 설립되었다. 원자력 안전 통제법에 의한 캐나다 원자력 안전 위원회의 권한은 네 가지 주요 분야로 구분한다.

- 캐나다 내 원자력 에너지의 발전, 생산, 사용에 대한 규제
- 핵 물질, 설비 규정, 규정되는 정보(prescribed information)의 생산, 소유, 사용의 규제
- 핵무기 비확산 관련 조치를 비롯하여, 원자력 에너지와 핵 물질 사용의 국제적 통제 관련 조치의 이행
- 캐나다 원자력 안전 위원회의 활동과 관련된 과학적, 기술적, 규제적 정보의 보급

### 6.1.5 스웨덴

스웨덴은 1984년 원자력 관련법을 통합하여 원자력 활동법(Nuclear Activities

Act)을 제정하여, 원전 사업자에게 사용후핵연료의 안전한 처분에 대한 책임을 부여했다. 그리고 처리, 처분 시설의 건설과 운영, 최종처분 관련 연구개발 수행, 처분 부지 선정 관련 정보 제공, 처분 비용에 대한 지불 등을 규정했다.

스웨덴의 원자력 산업은 기본적으로 다음 법들에 의해 통제된다.<sup>175)</sup>

- 원자력 활동법(Nuclear Activities Act(SFS 1984:3)): 원자력 활동의 보안, 통제 이슈와 총괄 안전 담당
- 환경법(Environmental Code(SFS 1998:808)): 원자력 활동의 환경 측면
- 방사선 보호법(Radiation Protection Act(SFS 1998:220)) 방사성의 해로운 효과로부터 사람, 동물, 환경 보호가 목표
- 원자력활동부산물관리 재정법 Act on Financing of Management of Residual Products from Nuclear Activities(2006:647): 사용후핵연료와 방사성폐기물 처분, 원자로와 다른 원자력시설의 폐로와 방사성폐기물의 미래 가치와 방사성폐기물 연구를 규정
- 원자력 책임법(Nuclear Liability Act(SFS 1968:45)): 원자력에 대한 책임에 있어 1960년의 파리 협약, 보충을 위한 1963년의 브뤼셀 협약을 반영

또한 방사성물질의 수송에 대한 관련 법규는 다음 표와 같다.

[표 14] 스웨덴의 방사성 물질 수송에 대한 관련법

1	Radiation Protection Act
2	Act on Control of Export of Dual-use Products and Technical Assistance(SFS 2000:1064)
3	Act on Inspections according to International Agreements on Non-proliferation of Nuclear Weapons(SFS 2000:140)
4	Phasing-out of Nuclear Power(SFS 1997:1320) (이 법에 의거하여 1999년에 원자로 1기를 폐로)
5	Mineral Act(SFS 1991:45)

이러한 규제들에 의해 SKB(Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Ltd)가 사용후핵연료 처분 업무를 전담하고, 환경부가 처분 정책을 관장한다. 방사성폐기물국가위원회(KASAM)가 과학기술 내용과 사회적 쟁점에 광범위하게 자문하고 있다. 이 위원회는 SKB의 사용후핵연료 관리 처분 R&D와 관련 사업 전반을

175) “Nuclear Legislation in OECD Countries” , OECD, 2008.

심의하여 정부에 심의 결과를 제출한다. 안전규제 기관인 SKI와 SSI는 SKB의 처분 활동 계획과 연구개발 등에 대해 타당성 검토와 안전규제 업무를 수행한다.

### 6.1.6 슬로바키아

사용후핵연료 저장시설의 건설과 운영에 대한 슬로바키아 원자력규제청(UJD: Urad Jadroveho Dozoru)의 지침서는 사용후핵연료 저장시설의 설계와 운영에 필요한 안전 기능에 대해 규정하고 있다. 이 지침서는 운영기간 동안에 필수적인 관리 요소의 상세 정보를 제공하고 있는데, IAEA에서 제시한 사용후핵연료 관련 요구사항과 법 541. 2004조, 규제 53. 2006조에 근거하여 기준을 작성하였다. 원자력 규제의 근간을 이루는 이들 관련법은 다음의 세부사항을 포함한다.<sup>176)</sup>

- 원자력 에너지 평화적 이용에 관한 법 No. 541. 2004
- 원자력 에너지 평화적 사용의 조건
- 법인과 자연인(legal persons and natural persons)의 원자력 에너지 사용의 권리와 의무
- 핵물질의 유형 분류
- 원자력 물질의 생산, 처리, 조달, 저장, 사용, 회계와 통제의 조건
- 원자력 시설로부터 나오는 방사능 폐기물과 사용후핵연료의 관리 조건
- 원자력 시설 안전과 조달, 그리고 핵물질 사용에 대한 국가적 관리
- 방사성 폐기물과 사용후핵연료의 관리
- 방사성 폐기물과 사용후핵연료 관리에 대한 규제 No. 53. 2006
- 방사성 폐기물 관리와 사용후핵연료 관리에 대한 세부사항
- 방사성 폐기물과 사용후핵연료에 관련 일반적인 필수요소<sup>177)</sup>
- 방사능 물질과 폐기물의 운송에 관한 규제 No. 57. 2006
  - 사용후핵연료와 원자력 시설로부터 나온 방사능 물질과 폐기물의 도로, 철도, 수상, 그리고 항공 운송에 관한 방법과 절차.
  - 방사능 물질의 운송 허가에 필요한 문서의 내용과 범위

176) IAEA, "Spent Fuel Management in Slovakia", 2010. 6.

177) 사용후핵연료는 운송자, 주민과 환경에 전리 방사선 효과를 최소화하는 방향으로 관리되어야 한다. 전리 방사선을 임계치 이하로 관리하려면 방사성 폐기물 생성을 최소화 하고 잔여열을 제거해야 한다.



## 6.1.7 루마니아

루마니아의 원자력 규제는 다음 법규에 의해서 추진되고 있다.<sup>178)</sup>

- 원자력 활동의 안전한 배치, 규제, 허가 및 통제에 관한 법률 no.111. 1996, 재공표
- 사용후핵연료와 방사성 폐기물의 안전 관리에 대한 공동 협약의 승인에 관한 법률 no.105. 1999
- 환경보호에 대한 정부 시행령 no. 195. 2005
- 원자력 안전 협약의 승인에 관한 법률 Law no. 43. 1995
- 원자력 사고에 대한 공공의 책임에 관한 법률 no. 703. 2001
- 처분을 포함한 사용후핵연료와 방사성 폐기물 관리에 대한 정부 시행령의 개정 보완 no. 11. 2003

방사선 안전에 관한 기본적 규제는 다음과 같다.

- 루마니아 원자력 규제위원회(CNCAN) 의장의 방사성 기본 안전규제에 대한 명령 no. 14. 2000 (1996년 5월 13일의 유럽 의회의 지시 96. 29. EURATOM의 작업자의 보호와 이온화 복사에 의한 공공의 위험 발생 방지에 대한 기본적 안전 기준 표준에 기초)
- 방사성 폐기물의 관리에 관한 기본 규제(CNCAN 의장의 명령 no. 56. 2004)
- 원자력 활동의 안전한 수행에 관한 기본 위생 규제(보건 장관의 명령 no. 381. 2004)

구체적으로 방사선 안전에 관하여 다음과 같은 규제가 이루어진다.

- 물질의 간격에 대한 규제
- 방사성 폐기물의 분류에 대한 규제
- 방사성 폐기물의 천층 처분에 대한 일반적 요구사항에 대한 규제
- 원자력 시설의 폐로에 대한 규제
- 우라늄과 토륨 광석의 채굴과 제련에 의한 방사성 폐기물 관리에 대한 방사성 안전규제
- 방사성 폐기물의 루마니아 영토를 포함하는 국제적 이동의 관리와 통제에 대한 규제
- 방사성 물질의 수송에 대한 규제

---

178) IAEA, "Current Practices of NPP Spent Nuclear Fuel Management in Romania", IAEA 2010, 2010. 6. 1.

## 6.2 후쿠시마 사고 이후 국제 원자력 안전 관련 정책 변화

### 6.2.1 IAEA

2011년 9월 22일, IAEA 총회는 IAEA 원자력 안전 행동계획(IAEA Action Plan on Nuclear Safety)을 채택했다. 이 행동계획은 후쿠시마 원전 사고 이후 세계각국의 협의를 거쳐 작성된 원자력 안전 강화를 위한 최초의 국제적 합의 문서라는 점에서 의의가 크다. 주요 내용은 정기적 안전 점검 실시, IAEA 검토 및 자문 서비스(peer review) 강화, 신규 원전도입국의 안전 인프라 구축, 투명성과 정보 제공 증진 등을 다루고 있다. 앞으로 이 행동계획은 각국 원자력 안전 체제의 강화와 국제협력을 위한 기본 지침으로 적극 활용될 것으로 보고 있다.<sup>179)</sup> 세계적으로 원자력 안전성을 강화하는 데 있어서 이 조치 계획의 성공은 회원국들의 전면적인 협력 및 참여를 통한 이행에 달려 있으며, 많은 이해 당사자들의 개입이 요구될 것이다. 또한 새로운 안전 기준들이 원전의 사회적 수용성을 높여주기 위한 로컬 거버넌스와 커뮤니케이션에 많은 도움이 될 것으로 보고 있다.

### 6.2.2 EU

EU는 후쿠시마 이후에 IAEA의 기준에 따라 스트레스 테스트를 실시하였다. EU 28개 회원국 뿐 아니라 EU와 국경을 맞댄 터키, 러시아, 스위스에도 원전 안전성 진단에 연대하기를 촉구하면서 2011년 연말까지 '스트레스 테스트'를 공동으로 실시하였다.

후쿠시마 원전 사고 이후에도 프랑스는 기존의 원전 정책을 고수할 것임을 재확인했다. 해외 원전 기술의 수출에 대한 규제는 강화할 것이나, 차세대 원자로 건설 계획은 고수한다고 밝혔다. 자국의 원전은 지진과 홍수의 위험에 잘 견딜 수 있게 설계됐다는 것이 프랑스 정부의 주장이다. 사르코지 대통령은 만일 자국의 원전이 EU가 실시하기로 한 정밀 안전 진단과 자체 진단을 통과하지 못하는 경우에는 당장이라도 폐쇄하겠다고면서, 원전 경쟁력에 대한 자신감을 드러냈다.

2012년 2월 프랑스는 새로운 원자력 법령을 개정하였다. IAEA의 새로운 표준과 후쿠시마 사고 이후 떠오른 쟁점인 응급상황 관리 규제, 외부사고 감시 등에 대한

---

179) IAEA,

대응을 반영한 법령이다. 프랑스 내각은 이를 공표하였으며 2013년 7월부터 발효 예정이다.

러시아는 현재 가동 중인 원전에 대해 지진 위험 조사 등을 실시해 복잡한 추가 안전 조치가 필요하다고 판단되면 원자로 가동을 중단시킨다는 방침이다.

스위스 역시 원전 정책으로 돌아서서 베츠나우 2기와 라이프슈타트 1기의 원자로를 신형으로 교체하고 보수하려던 계획을 세웠으나, 이번 사고의 여파로 전면 취소한 상태이다. 스위스 환경부와 연방 에너지청은 안전 기준에 대한 신중한 재검토가 이루어지고 새로운 기준이 채택될 때까지 일체의 심사 절차를 보류하기로 결정했다.

### 6.2.3 일본

일본은 후쿠시마 사고 이후 IAEA주관으로 54기의 모든 원전에 대하여 스트레스 테스트를 받았다. IAEA는 스트레스 테스트 결과 일본 원전에 대해 안전하다는 진단을 내렸다. 또한 대한민국과 중국, 일본 원자력 안전 협력 체제를 창설하였다. 이를 기반으로 세 나라는 원전의 사고나 안전에 관한 정보를 신속하게 공유할 수 있는 새로운 제도를 마련하게 되었다.



## 우리나라 원자력 정책 현황

# 7

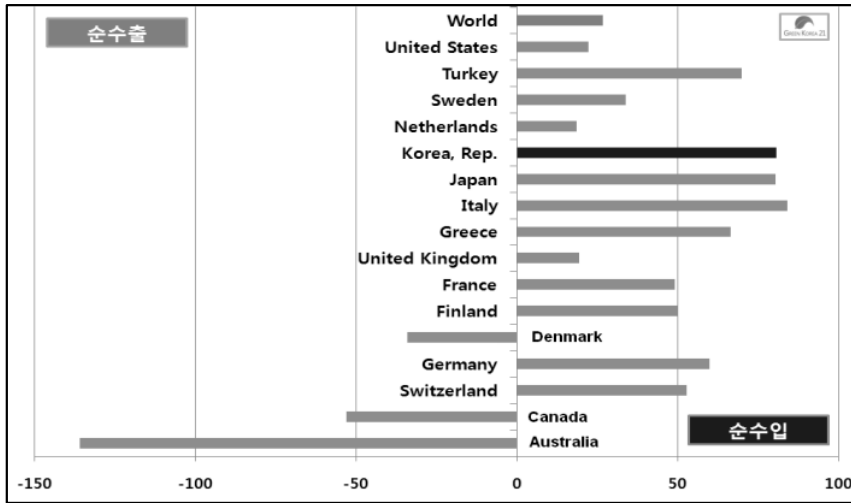
2011년 후쿠시마 원전 사고 이후 원전 축소를 주장하는 여론이 더욱 커지기는 하였으나, 부존자원이 부족한 우리나라의 경우 원자력은 국가 에너지 안보를 위한 불가피한 선택인 만큼 정부는 기존의 원자력 확대 정책을 지속 추진할 것으로 보인다. 물론 정부는 이러한 원자력 기반의 에너지 안보를 안정적으로 이룩하기 위해 원자력 안전성 강화, 국민의 신뢰 확보, 자주적인 핵연료 주기 기술 개발 및 상용화, 사용후핵연료 처리, 한반도 비핵화 등의 핵심 과제들을 해결해야 할 것이다.

### 7.1 우리나라의 에너지 현실과 원자력 에너지

우리나라는 자원 빈국으로서 특히 에너지 수입액 규모는 2007년 기준 국가 총 수입액의 27퍼센트이다. 각국의 1차 에너지 공급량에서 순수 수입 에너지가 차지하는 비율을 비교하는 경우, 원전 가동 30개국 가운데 우리나라의 86퍼센트보다 수입 의존도가 높은 국가는 벨기에(96퍼센트), 대만(93퍼센트), 스페인(89퍼센트)뿐이다. 일본은 우리나라와 비슷하게 해외 의존도가 85퍼센트이다. 러시아는 반대로 78퍼센트를 수출하고 있다. 아래 [그림 51]<sup>180)</sup>은 관련 데이터를 수록한 도표이다.<sup>181)</sup>

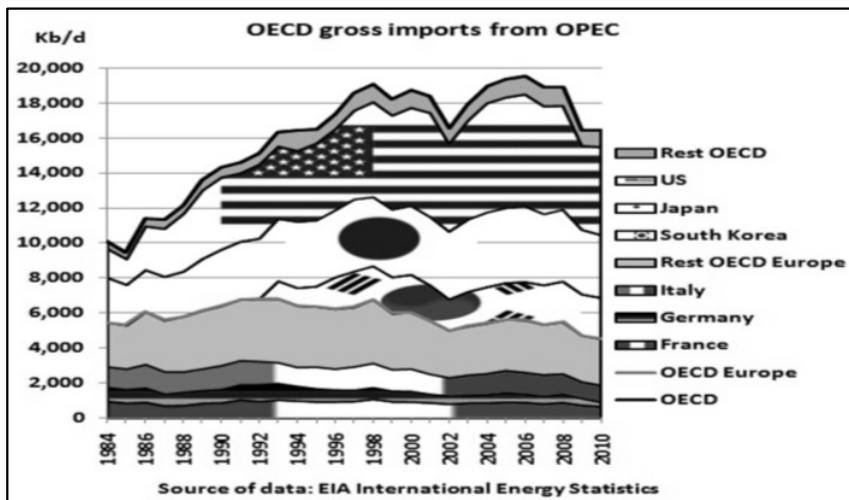
180) The World Bank, "World Develop Indicators", 2011.

181) 김명자, 『원자력 딜레마』, 사이언스북스, 2011. 307~308쪽



[그림 51] 각국의 에너지 수입/수출 비율 그래프(2009년 기준)

2009년 우리나라의 에너지 총 수입액(802억 달러)은 국가 총 수입의 26퍼센트이고 GDP의 10퍼센트를 차지한다. 우리나라의 재정 운영에서 에너지 수입의 부담은 그만큼 크다. 석유수출국기구(OPEC)로부터 석유를 수입하는 총량을 비교할 경우, 미국, 일본 다음으로 많고, 프랑스, 독일, 이탈리아가 OPEC으로부터 석유를 수입하는 물량의 총합과 비슷하다.

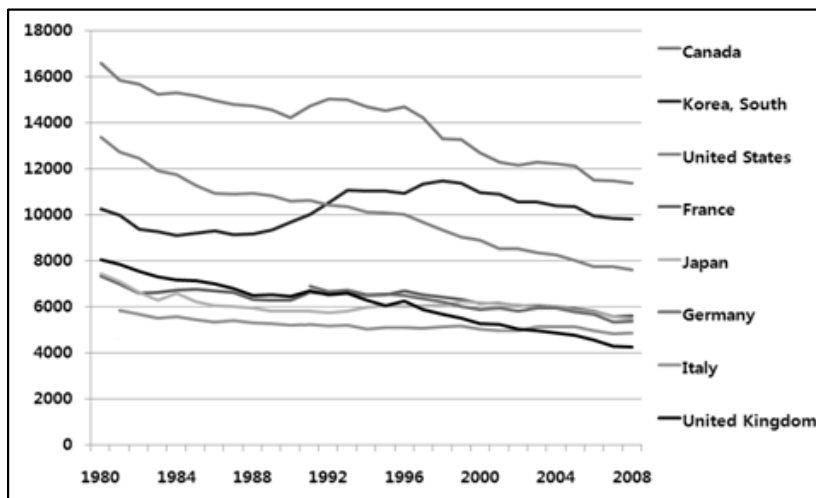


[그림 52] OPEC으로부터의 OECD 각국의 석유 수입 물량

위 그림에서 보듯이, 우리나라의 원유 수입 현실은 우리 경제가 세계 에너지 가격의 상승에 매우 취약하다는 구조적 한계를 보여준다. 우리나라의 에너지 해외 의존도가 높은 이유는 산업 구조와도 연관된다. 1970년대 요소 투입 위주의 산업화 전략은 에너지 다소비 산업의 비중을 높인 결과 에너지의 해외 의존도를 높였기 때문이다.

우리나라 에너지 구조의 보다 근본적 문제점은 높은 에너지 해외 의존도에도 불구하고 에너지 효율을 높이는 정책성도가 미흡했다는 것과도 연관된다. 아래 그림에서 보듯이, 단위 GDP를 생산하는 데 소비되는 에너지 양, 즉 에너지 원단위를 비교할 때 우리나라는 일본의 약 3배, 독일의 약 2배일 정도이다. 다시 말해서 에너지 효율이 매우 낮다.

그동안 우리나라의 에너지 수급 정책이 국가 에너지 효율을 높이는 성과를 거두지 못한 이유는 단기 수급 안정 위주, 공급 위주의 정책 고수, 에너지 다소비의 중화학 공업 중심의 산업 구조 등과 연관된다. 그 결과 선진 경제권은 GDP의 꾸준한 증가 추세를 기록하면서도 에너지 소비는 거의 일정한 수준을 유지하는 반면 우리나라는 GDP의 성장에 따라 에너지 소비량이 계속 증가하는 추세를 보이고 있다[그림 53]<sup>182)</sup>.

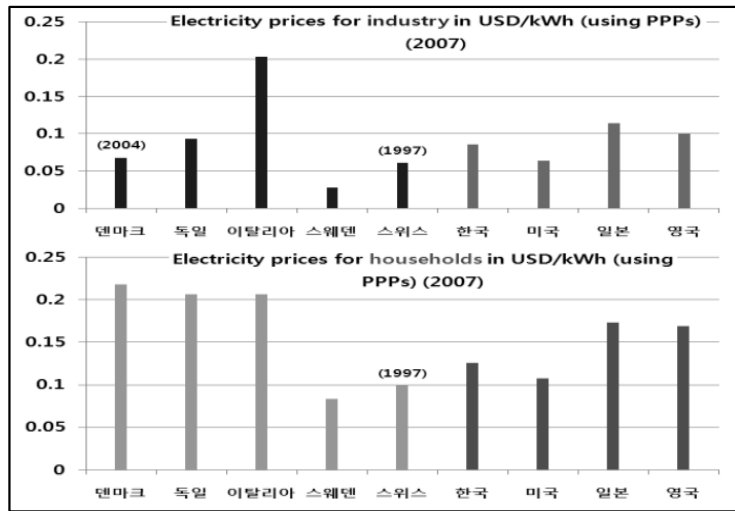


(Btu per Year 2005 U.S. Dollars (Purchasing Power Parities))

[그림 53] 각국의 GDP 1달러당 에너지 소모량 비교

182) Energy Intensity, EIA(US Energy Information Administration), International Energy Statistics

에너지 저효율은 에너지 요금 체계의 왜곡과도 관련된다. 에너지 요금에 관한 주요국의 현황을 비교하면, 가장 문제가 되는 것은 우리나라의 GDP 성장 대비 전력 사용량이 OECD 국가 평균치의 1.7배라는 사실이다. 그 원인 가운데 하나는 전력 가격 체계의 왜곡이다. 다른 에너지원에 비해 가격이 저렴하게 책정됨으로써 전기를 사용하는 과소비 현상이 지속되고 있는 것이다. 이에 따라 전기 에너지 다소비 구조가 고착화되고, 에너지 낭비에 따르는 외화 유출이 점점 커지는 악순환이 계속되고 있다. 우리나라의 경우 특히 산업용 요금의 상승률이 가장 낮고, 주택용 요금의 상승률도 가장 낮은 편이다[그림 54]<sup>183)</sup>.



[그림 54] 각국의 산업용/가정용 전기 가격 비교

이러한 상황에서 전기 값을 저렴하게 유지하는 데 결정적으로 기여한 것은 원자력이었다. 1978년 고리 1호기를 시작으로 원자력 발전을 확대한 결과, 물가 안정과 수출 경쟁력 강화가 가능했다. 이는 원자력 정책이 본격 추진된 1982년부터 2008년까지 물가는 221.4퍼센트 상승했으나, 전기 요금은 10.2퍼센트 상승<sup>184)</sup>에 그친 것에서 잘 드러난다.

우리나라의 전기 요금을 소비자 구매 지수로 외국과 비교하는 경우, 에너지 자원 빈국임에도 불구하고 상당히 저렴한 전기 요금을 유지하고 있음을 보게 된다. 원

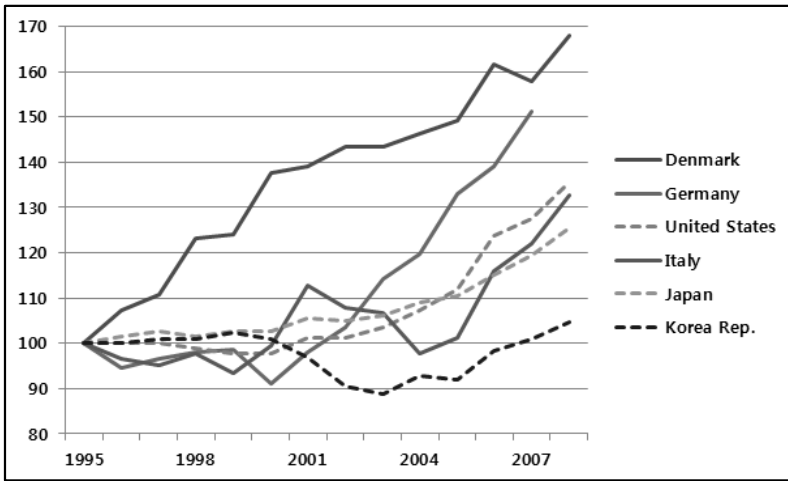
183) IEA/OECD, Energy Prices & Taxes 2009. 4Q

184) 임지욱, 「한수원 "26년간 물가는 221% 상승, 전기요금만 10%만 인상"」, 뷰스앤뉴스, 2011.05.17  
<http://www.viewsnnews.com/article/view.jsp?seq=75398>



자력의 비중을 줄이거나 신재생 에너지원의 발전 비율을 늘리고 있는 이탈리아, 독일, 덴마크 등의 경우 원자력 발전 비중이 높은 한국, 일본, 미국에 비해 비싼 전기 요금을 부담하고 있고, 전기요금의 인상 폭이 높은 것으로 나타난다.([그림 55]<sup>185)</sup>)

또한 에너지 가격의 왜곡으로 값 비싸게 생산된 전기 에너지 가격이 다른 에너지원에 비해 낮게 책정된 것도 에너지 낭비를 야기하는 부작용을 초래하고 있다. 그리하여 국가 에너지 이용의 효율을 떨어뜨리고 높은 에너지 해외 의존도에서 벗어나지 못하는 결과로 이어지고 있다. 2008년 기준 우리나라의 에너지 수입액(1,400억 달러) 규모는 우리의 주요 기간산업인 선박, 자동차, 반도체, 철강 분야의 전체 수출액 규모와 맞먹는다.<sup>186)</sup> 원자력 의존도를 줄이기 위해서는 이러한 에너지 저효율을 타개할 수 있는 근본적 타개책이 필요하다.



(점선은 원자력 확대 국가, 실선은 재생 에너지 정책의 국가)

[그림 55] 각국의 가정용 전기 가격의 변화 비교

## 7.2 후쿠시마 원전 사고 이후 우리나라 원전 정책 현황

여기서는 후쿠시마 원전 사고 이후 우리나라가 취한 원자력 발전소 안전점검 및 개선 추진, 방사능 오염감시 및 비상대책 강화 노력에 대한 현황을 논의하고,

185) IEA, OECD, Energy Prices & Taxes 2009 4Q

186) 김명자, 『원자력 딜레마』, 사이언스북스, 2011, 315쪽

작년 7월 IAEA의 통합규제검토서비스 수검결과 도출된 제도개선 과제들을 검토하고자 한다. 또한 향후 원자력 안전체제와 관련된 앞으로의 쟁점과 추진과제에 대해 논의하고자 한다.

## 7.2.1 원자력 발전소에 대한 안전 점검 및 개선 추진

원자력발전소의 안전은 원전을 운영하기 위한 기본적인 전제 조건이다. 안전이 보장되지 않는다면 원전 사고로 인한 방사선 피해를 막기 어려우며, 원전 특성상 중대 사고가 발생할 경우, 그 피해는 전 국민과 국토에 영향을 줄 수 있다. 원자력발전소의 안전은 1차적으로 사업자의 책임이지만 이를 관리하고 규제하는 것이 추가로 필요하다.

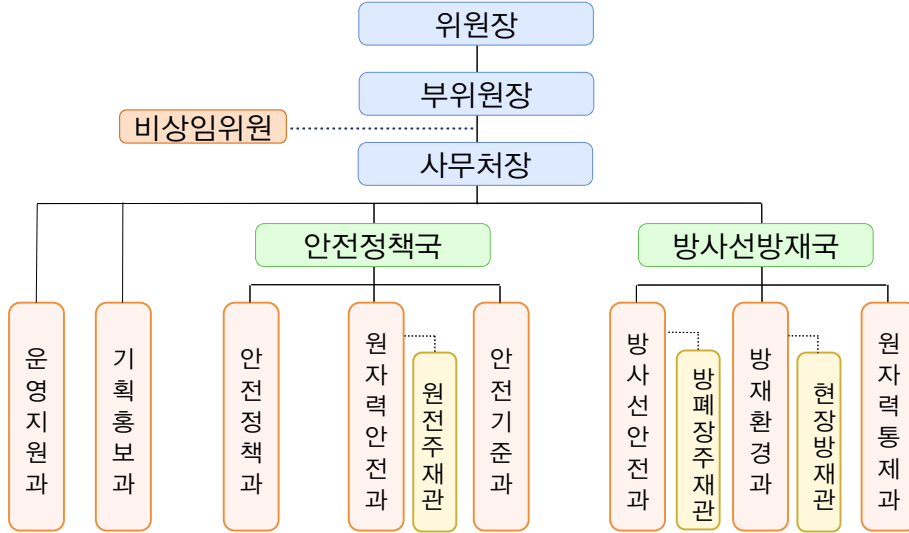
이를 위해 원자력발전소에 대한 안전규제가 필요한 것이다. 안전규제 활동은 원자력시설의 특성을 기본적으로 고려하여야 하며, 원자력 안전에 대한 대내외 환경 변화와 원자력안전의 특성 등도 고려되어야 한다. 또한 원자력사업을 계속 추진하기 위해서는 원자력안전에 관한 국민의 신뢰가 반드시 형성되어야 한다. 즉, 과학적이고 합리적인 안전규제 활동을 통해 원자력사업자의 모든 조치사항을 사전 사후에 철저히 감독함으로써 안전을 확실히 유지하고, 대중들에게 원자력의 이용 개발이 안전하게 진행되고 있다는 것을 정확히 알리는 것이 중요하다.

지난 30여 년 동안 국내에서는 한국표준형 원자력발전소, 신형경수로의 설계 건설과 운영을 위한 심사 검사체제와 규제 행정체계를 확립하였으며, 전문기술력 확보, 독자적 안전기준 확립, 안전성 연구를 위한 투자확대 등 안전규제의 선진화를 위해 지속적으로 노력하여 왔다. 그리고 원전 안전규제 기관인 KINS(한국 원자력 안전 기술원)을 설립, 원자력 안전규제 정책 개발, 원자력 안전 연구, 방사선 안전 향상, 원자력 안전 인력양성 등에 힘쓰고 있다. 또한 원전 건설 후 10년 경과시 '주기적 안전성 평가(PSR)'을 실시하고 있다. 그러나 평가 주체가 원전 사업자인 한국수력원자력이고, 정부가 위탁한 KINS가 평가서 심사를 하는 상황이 노후 원전에 대한 안전성 평가를 사업자가 한다는 비판을 받아, 국민들에게 원자력 안전에 대한 신뢰를 쌓지 못하고 있는 실정이었다.

최근 일본 대지진에 따른 후쿠시마 원전 사고(2011. 3. 11)의 발생으로 국내 원자력시설의 안전성에 대한 국민의 우려가 증대되었다. 또한 교과부가 원자력 안전 규제 기능과 원자력 기초 연구 개발 기능 병행하고 있어 체제상 규제 기관과 이용 기관 간의 독립성과 견제 기능 훼손될 개연성이 있다는 지적이 뒤따르고 있는

상황이었다.

이에 정부는 ‘원자력 안전 위원회’ 출범을 발표 하였다. 원전 운영의 안전성을 강화하고 원자력 안전규제 기관의 독립성을 갖추기로 한 것이다.



(※산하기관(2) : 한국원자력안전기술원, 한국원자력통제기술원)

[그림 56] 원자력안전위원회 기구 및 조직

[표 15] 원자력안전위원회 부서별 주요기능

부서		주요기능
기획홍보과		기획업무, 정부업무평가, 예산, 국회, 법제, 정보화, 홍보
운영지원과		문서관리, 보안, 행사, 경리, 결산, 복리후생, 국유재산물품
안전정책국	안전정책과	원자력안전 정책수립 및 연구개발, 실태조사 및 인프라 구축, 국제협력
	원자력안전과	원자력시설 인허가 및 심사, 원자력발전소 주재관실 총괄
	안전기준과	원자력 및 방사선 안전기준 수립·운영, 규제지침 마련
방사선방재국	방사선안전과	방사선 및 방사성폐기물 안전정책 수립, 이용기관 안전관리
	방재환경과	국가방사능방재체제 구축·운영, 방사능테러 및 핵안보
	원자력통제과	원자력통제 정책 및 제도 수립·운영, 핵물질 안전조치 및 계량관리

원자력 안전 위원회는 국내 원자력 시설의 종합적인 안전점검을 실시하고 원자력 안전 위원회 회의를 열어 신원전 운영허가, 국내 원전 안전 점검 등 원전 안전

에 관한 문제들을 의논하였다. 이에 따라 후쿠시마와 같이 예상을 뛰어넘는 대형 지진과 해일로 인한 원전 중대사고 발생 시 대처 능력을 확인하고 개선사항을 도출하기 위한 「국내원전 안전 점검(2011. 3. 23~2011. 4. 30)」을 수행하였다.

국내 원전 안전점검에서는 대형 자연재해로 발생할 수 있는 최악의 원전 사고 시나리오를 가정하여 자연재해 대비, 중대사고 예방 및 완화를 위한 원자력 설비의 설계가 적절히 구비되어 있는가를 확인하고, 중대사고시 비상대응체계가 적절히 구축되어 있는가를 중점적으로 확인하였다. 현장 점검은 고리 원전부지(3. 28~4. 1), 월성 원전부지(4. 4~4. 6), 울진 원전부지(4. 7~4. 9), 영광 원전부지(4. 11~4. 13), 연구로·핵주기시설(4. 14~4. 15) 별로 수행하였다.

다양한 분야의 산학연 전문가와 원자력안전기술원 검사원이 점검에 참여하였고, 점검과정에서 지방자치단체, 민간환경감시기구, 원전 지역주민의 의견을 사전에 수렴 하여 반영하였다.

또한 국내 원전 안전점검에서는 설계기준사고(DesignBasis Accident) 및 설계기준초과사고(Beyond Design Basis Accident)에 대해 발전소의 설계 및 배열(Configuration), 운전절차 및 사고관리절차, 비상계획이 적절한지를 우선 점검하였다. 또한 일본 후쿠시마 원전 사고 원인을 참고로, 「지진 발생 → 대형 해일 → 전력 상실 → 대형 원전 사고」를 가정하였을 때 국내 원전의 심층방호 기능 및 관련 설비의 작동성을 중점 확인하였다. 점검 대상은 상용 가동 중 원전과 연구로, 핵주기시설 및 비상진료기관까지 포함하였다. 총 6개 분야(1분야 : 지진 및 해일에 의한 구조물·기기의 안전성, 2분야 : 침수 발생 시 전력·냉각·화재방호 계통의 안전성, 3분야 : 중대사고 대응, 4분야 : 비상대응 및 비상진료체계, 5분야 : 장기 가동원전, 6분야 : 연구로 및 핵주기시설), 27개 항목으로 나누어 점검을 수행하였다.

그 중 5분야의 점검대상인 장기 가동원전에 대해서도 상기 공통사항 및 경년열화에 따른 기기건전성을 점검하였다. 또한, 6분야인 연구로 및 핵주기시설에 대해서는 화재 및 집중호우에 의한 침수 대책의 적절성, 방사성물질 배출관리의 적절성 등을 확인하였다. 점검 결과, 50개의 안전성 증진사항이 도출되었으며, 한수원은 향후 3년에 걸쳐 이를 적극 이행할 계획이다.

그러나 부처 간에 분산된 원자력 관련 업무와 기능을 총괄 조정하면서 안전규제에 대해 독립성과 중립성을 유지하는 것은 쉽지 않은 일이라 더욱 더 치밀한 검토와 보완이 필요할 것이다.

## 7.2.2 방사능 오염 감시 및 비상대책 강화 노력

후쿠시마 원전 사고를 기점으로 “원자력 르네상스”의 전망이 유효할 것인지에 대한 회의론이 대두되고 있다. 대부분의 국가들은 국제원자력기구(IAEA), 세계원전운영자협회(WANO, World Association of Nuclear Operators) 등이 권장하거나 주도하고 있는 프로세스에 따라 서둘러 판단을 내리기 보다는 자국 내에 소개한 원자력발전소에 대해 후쿠시마 원전에 일어난 극한자연재해 발생을 가정하여 안전성을 재점검하고, 그 결과에 따라 안전성감도를 위한 제도 및 조직을 보강하는 가시적 노력을 선행하고 있으나 독일, 스위스 등 몇 개의 국가에서는 사고 직후 원전의 신규건설 또는 가동연장에 관한 정책을 수정하는 조치가 이루어졌다. 대부분의 국가들은 기존의 원자력 정책을 유지하는 것을 암묵적인 전제조건으로 하고 있다고 보는 것이 타당하다.

우리나라도 결과적으로는 이러한 국제적인 경향에 동조하고 있으나, 우리가 국제 동향을 따르기 보다는 그 보다 한발 앞서 나간 형국이다. 가동원전에 대한 안전점검을 통해 현실적으로 가능한 거의 모든 보강수단을 발굴하여 이미 구체적인 이행에 착수하는 조치, 원자력안전규제를 담당하는 행정조직을 보강하여 대통령직속 원자력안전위원회를 신설하는 입법조치를 이미 2011년 6월말까지 모두 완료하였다. 이로써 이와 유사한 안전강화 노력이 세계적으로 공히 추진되고 있는 가운데 우리나라가 가장 신속히 조치를 완료하였다. 물론 우리나라가 지리적으로 사고 당사국인 일본과 최인접한 국가로서 국민들이 느끼는 불안감이 다른 나라에 비해 상대적으로 긴박했다는 점과 국내 원자력발전소 운영자가 단일기업인 동시에 공기업이라 기민한 대응이 가능한 체제였다는 점 등이 종합적으로 작용한 결과였다.

### 가. 원자력 안전 개념

원자력 발전소에서 발생하는 사고 및 그 영향은 인류의 안전 및 원자력산업 자체의 존립을 위협한다. 따라서 원자력발전소 설계, 건설 및 운전에 적용되는 기준 및 표준은 일반 산업 설비에 비하여 매우 엄격하고 안전개념은 보다 근본적이다. 원자력 발전소는 운전 중 방사성물질을 부산물로 생산하고 운전을 정지하더라도 노심 내 핵분열 생성물이 붕괴열을 발생, 지속적인 노심냉각을 필요로 하므로 이상상태 발생 시 원자로의 운전을 정지하고 노심을 냉각시키며 방사성물질의 누출을 방지하기 위하여 일반 산업설비의 설계개념 외에 원자력 안전개념을 추가적으로 도입하였다.

## 나. 안전 설계 개념

원자력 발전소의 안전이란 발전소에서 정상운전 중 또는 사고 시 방출하는 방사선으로부터 인간과 환경을 보호하는 것이며, 이를 위하여 구체적으로 원자로 긴급 정지, 충분한 노심냉각, 핵연료 및 격납건물 건전성, 방사선 피폭량 제한과 같은 사항을 보장하는 것이다. 이를 위해 다양한 원전 설계 시 다양한 개념이 적용된다. 이러한 안전 설계 개념에는 심층방어, 다중방벽, 단일고장 사고기준 고려, 공통 원인고장 배제, 안전개념의 확대가 있다.

### ▶ 심층방어(Defense in Depth)

심층방어 개념이란 일반 산업설비에 적용되는 사고의 예방을 위한 설계에 추가하여 위험시설에 적용되고 있는 바와 같이 가상의 사고가 발생하였을 경우에는 사고의 확대를 방지하도록 설계하며, 최종적으로 방사성물질의 누출을 방지하는 설계까지 포함하는 개념이다. 이와 같은 심층방어개념의 단계 및 설계사례는 다음과 같다.

첫 번째 단계는 예방이다. 이 단계는 설계, 건설 및 운전 등 전반에 걸쳐 안전성을 고려하여 사고를 방지하는 것을 말한다. 예를 들어 설계에 있어서는 온도와 기포의 반응도계수를 음으로 설정하고, 발전소의 건설과 기기 제작 시에는 최고의 기술기준을 적용하며, 완공 후 운전 시에는 주기적인 감시, 검사와 시험요건을 적용한다.

두 번째 단계는 가상사고 대비이다. 이 단계는 사고를 가상하여 사고로 인한 재해를 방지하기 위하여 안전계통을 설치하는 것을 말한다. 그 예로 일부 제어봉이 인입되지 않은 상태에서도 원자로의 긴급정지가 가능하도록 설계하는 것을 들 수 있다.

세 번째 단계는 설계기준 사고에 대한 대비이다. 이 단계는 가상 초기사고와 안전계통의 고장이 동시에 발생하는 경우를 가정하여 안전계통을 추가하는 것을 말한다. 그 예로 원자로 건물 살수계통 등 공학적 안전설비를 설치하는 것을 들 수 있다.

### ▶ 다중방벽(Multiple Barriers)

다중방벽 개념이란 방사성물질의 생성원인 원자로 노심에서부터 최종적인 환경

으로 방출되는 방사성 물질의 누출 경로 상에 다중의 방벽을 설치함으로써 방출 가능성을 최소화시키는 설계개념이다. 다중방벽 개념이 적용된 설계 사례는 다음과 같다. 핵연료는 고체 상태로 제작 및 운전되도록 설계하여 핵연료가 용융되기 전에는 방사성물질의 방출을 어렵게 하고, 핵 연료봉 피복재는 핵연료에서 기체 상태의 핵분열 생성물이 생성되더라도 냉각재를 통하여 노심 외부로 방출되지 않도록 피복재가 핵연료의 외부에서 밀봉한다. 또한 피복재의 손상에 의해 방출된 핵분열 생성물 및 냉각재 내에서 방사선에 의해 생성된 방사화 생성물을 고온, 고압상태에서도 누설되지 않는 원자로냉각재계통 압력경계가 방사성 물질의 방벽기능을 수행한다.

이 기능 또한 손상되어 할 수 없을 때 원자로 건물은 물리적 방벽으로는 최후의 방벽으로, 1차 냉각재계통 압력경계 내 방사성 물질은 사고 후 원자로 건물로 방출될 수 있으나 밀봉 설계된 건물에 의해 환경으로의 방출을 방지한다. 원자로 건물은 TMI사고와 체르노빌 원전 사고를 통하여 그 필요성이 더욱 강조되었다. 원자력발전소의 위치는 일반대중의 거주지로부터 멀리 위치시킴으로써 정상운전 중 사고시 일반 대중에 미치는 방사선 영향을 최소화 하며, 사고 후 지역 주민을 소개하는 등 비상 대책을 통하여 방사선 영향을 최소화 한다.

#### ▶ 단일고장 사고기준(Single Failure Criteria)

원자력 발전소는 가상의 사고를 고려하고 사고 발생 시에도 발전소가 안전하게 운전을 정지하고 방사성물질의 방출을 방지할 수 있도록 설계한다. 이때 초기 사고뿐만 아니라 단일고장을 추가로 고려하는데 이는 사고 발생 후 발전소의 안전 정지 및 사고의 완화를 위해 필요한 전 설비를 적어도 두 계열로 설계한다. 일반적으로 기계의 작동이 요구되는 능동 기기에 대하여 적용되지만 수동 기기에 대해서도 제한적인 고장을 추가로 고려한다. 이와 같은 요건의 적용을 통하여 모든 안전설비는 두 계열을 갖추게 된다.

#### ▶ 공통 원인고장(Common Mode Failure) 배제

동일한 원인에 의하여 다중 설계된 안전설비가 동시에 기능을 상실하지 않도록 하기 위하여 설비의 작동원에 다양성을 부여한다. 보조 급수계통의 펌프를 전기구동 및 터빈구동 혹은 디젤구동으로 설계한 경우가 다양성 개념의 대표적인 사례이다.

## ▶ 안전개념의 확대

위의 안전 개념은 설계기준 사고를 근간으로 하며 모든 가상사고에 대하여 발생확률 및 사고결말의 경중에 대한 구분 없이 설계하는 결정론적인 설계 개념으로서 원자로 노심의 손상을 방지하는 것이 목적이었다. 그러나 정확한 분석을 위해서는 사고 경위 상에 인간 인자 또는 자연현상 등 명백하게 밝혀지지 않은 인자들이 포함되어야 하며, 이를 해결하기 위하여 확률론적인 위험도 평가 방법이 수행되어야 한다.

이러한 대표적인 연구가 1975년 미국에서 발표된 Reactor Safety Study (WASH-1400)보고서이다. 이 보고서는 과도현상, 소형 냉각재 상실사고와 인적 오류가 전체적인 위험도에 중요한 영향을 미칠 것으로 예측한 내용이 TMI 사고에서 현시를 나타낸 바 있다. TMI 원전에서 원자로 노심이 손상되는 사고가 발생함에 따라 원자력발전소 설계에 기존의 결정론적 설계개념(설계 기준사고)에 추가하여 설계기준 초과사고(Beyond DBA)를 고려하고 확률론적인 설계개념을 반영하도록 요건화되었다.

이에 따라 설계기준 초과 사고 대처설비, 확률론적 안전성 평가와 확률은 낮지만 노심 손상을 전제로 하는 중대사고 분석 및 대체설비 설계와 운영을 포함한 사고관리계획을 수립한다[표 16].

[표 16] 사고관리계획에 관한 주요 개념

### ■ 설계기준 초과사고

발전소 정전사고(SBO), 저압경계부 LOCA(ISLOCA), 원자로 정지불능(ATWS), 완전 급수상실 사고(TLOFW) 등 설계기준을 초과하는 설계기준 초과 사고에 대비한 규제 및 설계요건에 따라 안전감압계통을 이용한 충전유출운전(Feed & Bleed Operation), 대체 교류전원(AAC) 등 관련 계통 및 설비를 추가하거나 보강한다.

### ■ 확률론적 안전성 평가

일반적으로 위험도는 인명이나 재산의 손실 가능성을 의미하며 이를 정량적으로 표시하면 발생 빈도와 결과의 곱으로 나타낼 수 있다. 확률론적 안전성 평가는 사고 경위를 도출하고 경위별로 발생빈도 및 결과를 계산하며 다음의 3단계로 구분할 수 있다.

1단계는 노심의 용융에 이르기까지 사고의 경위를 도출하는, 확률론적 안전성 평가의 첫 단계로 사건 수목을 작성하여 초기사건 이후 노심 손상이 발생 가능한 주요 계통 및 설비의 작동여부를 검토하며 계통 및 설비의 작동 실패 확률은 고장수목을 이용하여 정량화한다.



2단계는 노심 손상에 도달한 사고경위들을 선별하여 이들 사고경위가 원자로 건물  
의 손상에까지 도달하는 정도를 원자로건물 사건수목을 작성하여 평가한다. 또한 각  
사고경위에서 환경으로 방출되는 각 핵종의 양을 계산한다.

마지막 3단계는 원자로건물로부터 환경으로 방출되는 핵분열 생성물의 영향을 평  
가하는 단계로 영향정도는 환경조건에 따라 달라진다. 환경으로 방출된 방사성물질은  
확산되어 인명 및 자연에 재해를 초래하며, 이에 대한 영향을 정량적으로 평가하여  
위험도로 나타낸다.

#### ■ 중대사고 분석 및 대처설비 설계

TMI 원전 사고와 체르노빌 원전 사고는 노심이 손상되었다는 면에서 동일한 유형  
의 사고라고 할 수 있으나 발전소 외에 미친 방사선 피해는 큰 차이를 보였다. TMI  
원전이 원자로 건물을 설치, 소외에서의 직접적인 방사선 피해가 적었던 데 반하여  
체르노빌원전 사고에서는 소외에 다량의 방사성 물질을 방출함에 따라 주변 국가에도  
방사성 피해를 야기하였다. 이를 통하여 노심이 손상되는 사고의 발생이 가능하다는  
점과 원자로 건물의 중요성이 부각되었다. 따라서 노심 손상 이후 원자로건물의 건전  
성을 확보하기 위한 노력이 더욱 강화되었다.

노심이 용융되는 중대사고 후 원자로건물에 위협을 줄 수 있는 사고 진행 추이는  
대표적으로 수소 폭발, 원자로건물 직접 가열, 증기 폭발, 노심-콘크리트 상호반응 등  
을 들 수 있다. 이들 현상에 대한 심층 연구를 통하여 수소제어설비 및 원자로 고압  
상태에서 파손되지 않도록 관련 계통을 추가하며 원자로건물 및 원자로 공동구조물을  
보강하여 원자로 건물의 건전성을 보장한다.

#### ■ 중대사고 관리계획 (Accident Management Program)

중대사고 발생에 대비하여 노심 용융의 진행을 차단하고 방사성 물질의 환경 방출을  
억제하기 위하여 중대사고 관리계획을 수립한다. 중대사고 관리계획에는 사고 완화를 위  
하여 발전소 내외의 모든 가용한 설비를 반영할 수 있다. 중대 사고에 대처하기 위한 계  
통은 복잡한 중대사고 현상에 대해 긍정적인 면과 부정적인 면이 포함됨으로써 각 현상  
에 대해 장, 단점을 충분히 검토한 연후에 적용계획이 수립되어야 한다. 따라서 중대사고  
관리계획 수립 시 사고관리 전략의 개발, 사고관리지침서 및 절차서의 개발, 필수 기기의  
이용 가능성 평가, 사고관리 수행 조직의 확립, 교육 및 훈련에 관한 사항이 고려된다.

#### ■ 위험도 기준 시험, 검사(Risk Informed Inspection, Text) 개념 적용

확률론적 안전성 평가 등 종합적인 안전성 평가를 통하여 각 계통 및 설비가 발전소의  
안전성에 미치는 중요도가 평가됨에 따라 향후 원자력발전소의 시험, 검사에는 각 계통  
및 설비의 중요도를 고려한다. 일례로, 중요도가 높은 배관에 대해서는 시험 및 검사요건  
을 강화하고 중요도가 낮은 배관에는 상대적으로 시험 및 검사요건을 완화한다.

최근에는 확률론적 안전성 평가결과를 기준으로 시험 및 검사요건을 발전소의 안전성에 미치는 중요도에 따라 강화하거나 완화하는 위험도 기준 시험, 검사 방법을 적용하여 안전성을 더욱 확실하게 보장하고 있다.

### 7.2.3 국내 원전 개선 대책

후쿠시마 사고 이후 세계적으로 현재 예상 가능한 시나리오들로 짜여져 있는 원전의 확률론적 안전성 분석(PSA, Probabilistic Safety Analysis)을 예상할 수 없는 광범위한 외부 요소들을 포함하여 재검토 하는 방안 모색을 하는 등 연구가 진행 중이다. 우리나라도 국내 원전 개선대책을 통해 지진 및 지진해일 재평가가 장기 과제로 검토되고 있다. IAEA는 설계기준사고에는 고려되지 않았지만 최적방법론에 따라 설계과정에서 고려된 사고조건인 설계확장조건(DEC)의 도입을 검토 중이다. 이 조건하에서 핵분열 물질의 방출은 허용기준 이하이어야 하며, 설계 확장 조건은 중대 사고조건을 포함할 수 있다.<sup>187)</sup> 이 밖에도 리스크 정보를 활용한 원전 안전점검 프로세스 표준화 및 안전성 평가·피드백 체계 정착을 검토 중이다.

후쿠시마 사고 이후 교과부는 신고리 2호기 및 신월성 1호기 운영허가, 그리고 신울진 1, 2호기 건설허가에 앞서 국내 원전 안전점검 결과 개선대책을 내놓았다. 그 중 건설 원전 적용 33개 대책이 채택 되었다. 33개의 대책의 내용은 아래와 같다.<sup>188)</sup>

[표 17] 국내 원전 안전점검 결과 개선대책

조치 기한	개선 사항
운영허가 이전 완료(2011년12월 기준)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 예비 변압기 앵커 볼트 체결</li> <li>2. 파동형 수소제거 설비 설치</li> <li>3. 중대사고 교육, 훈련 강화</li> <li>4. 사고 관리 전략 실효성 강화를 위한 중대사고 관리 지침서 개정</li> <li>5. 다수호기 동시 비상발령 등 방사선 비상계획서 개정</li> <li>6. 비상대응시설 개선</li> <li>7. 비상경보시설의 성능강화</li> </ol>
상업운전 이전	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 이동형 발전차량 및 임시전원 연결지점 확보</li> <li>2. 사용후 핵연료 저장조 냉각수 연결부위 설치 + 안전급 계측기 설치(NRC TF 권고사항)</li> </ol>

187) 원자력 안전 위원회 1차 회의 심의안건 제 2호

188) 원자력 안전 위원회, 2012. 2

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 소방계획서 개선 및 협력체계 강화</li> <li>4. 원자로 비상냉각수 외부 주입 유로 설치</li> <li>5. 보수작업자 방호대책 확보</li> </ol>
<p>상업운전 이후 '14년 말까지</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 지진 자동정지설비 설치</li> <li>2. 주제어실 지진발생 경보창 등의 내진성능 개선</li> <li>3. 대체비상디젤발전기 설계기준 개선</li> <li>4. 최종 열제거설비 침수방지 및 복구대책 마련</li> <li>5. 화재방호설비</li> <li>6. 원전 성능위주 소방설계 도입</li> <li>7. 정지, 저출력 운전 중 중대사고관리지침서 개발</li> <li>8. 원전인근 주민보호용 방사선방호장비 추가 확보</li> <li>9. 장기 비상발령 대비 비상장비 추가 확보</li> <li>10. 방사선 비상훈련의 강화</li> <li>11. 장기전원실시 필수 정보의 확보방안 강구</li> <li>12. 방사선 비상시 정보공개 절차 개정</li> <li>13. 안전정지유지계통 내진성능 개선</li> <li>14. 원전부지 최대 지진에 대한 조사, 연구</li> <li>15. 방수문 및 방수형 배수펌프 설치</li> <li>16. 원전부지 설계기준 해수위 조사, 연구</li> <li>17. 냉각해수 취수능력 강화 및 해일대비시설 개선</li> <li>18. 스위치야드 설비 관리 주체 개선</li> <li>19. 옥외 설치 탱크 파손 대비책 마련</li> <li>20. 격납건물 배기 또는 감압설비 설치</li> <li>21. 비상구 계획구역 밖의 주민보호조치 평가</li> </ol>

신고리 원전 1호기 건설에 맞추어 한수원은 한국 표준형 원전 대비 주요 설계 개선 사항을 내놓았다. 개선 사항은 아래와 같다.

- ▶ 안전주입노즐 개선 : 영광 원전 5, 6호기와 울진 원전 5호기 안전 주입노즐에서 열전달 완충관이 이탈한 사례가 발생함에 따라 재발방지를 위해 열전달 완충관 미 부착형 안전주입 노즐로 설계 개선하였다. 안전 주입 노즐의 누적 피로 계수 값(0.6759-> 0.5567)이 작아져 건전성 증진되었다.
- ▶ 탈염수 계통 개선 : '03년 및 '08년에 영광 원전 5호기에서 탈염수 공급모관이 오염된 사례가 발생함에 따라 재발방지를 위해 설계 개선하였다.
  - 탈염수계통으로 1차 냉각제 유입이 가능한 44개소의 유로를 검토한 결과, 유입가능성이 없도록 적절히 설계되었음을 확인하였다.
- ▶ 주급수 보충능력 향상 : 증기발생기의 주급수 상실사고 대처 능력 향상을 위해 복수 및 보조급수저장탱크 분리 설치하였다.
  - 복수 저장탱크에서 안전 및 비안전 관련 용수를 동시에 공급하였던 선행

원전과는 달리 복수 및 보조급수저장탱크를 설치하여 분리 공급하였다.

- ▶ 액체 폐기물 처리 능력 향상 : 선행 원전의 액체폐기물처리 계통에 원심분리기 및 선택성 이온교환기를 설치하였던 것과는 달리 전처리 설비, 역삼투압 설비, 이온교환설비 등을 설치하여 정화처리 능력 향상시켰다.
- ▶ 노외핵계층계통 개선 : 노외중성자속 감시계 통을 단순화하여 고장 및 피폭 저감하였다.
  - 안전계통 채널과 기동용/ 제어용 채널이 검출기를 공유하고, 검출기 이후의 신호처리장치는 안전 및 비안전 채널로 분리하여 처리하였다.
  - 노외 중성자속 출력감시계통은 기동영역에서 출력영역까지 충분히 감시할 수 있는 영역( $2 \times 10^{-8}$  200%FP)확보하였다.
- ▶ 발전소 감시 및 경보계통 통합 : 발전소 감시계통 및 경보 계통을 하나의 시스템으로 통합하여 중복적인 기능과 일부 경보처리의 불일치 문제 등을 해결하였다. 189)

또한 원자력 안전 위원회는 IAEA가 도입을 검토 중인 설계확장조건에 따라 신울진 원전 1,2호기 중대사고 대처설비 설계의 독립성, 작동성, 신뢰성 및 기능유지 등을 검토한 결과 중대사고 예방, 완화가 가능하며, 중대사고시에도 원자로 격납 건물의 건전성이 유지되도록 설계되었음을 확인하였다.190)

이 밖에도 원계통이 작동되지 않는 경우에도 냉각과 수소 배출, 기본 계측이 시행될 수 있도록 자동적으로 작동되는 피동 안전 시스템(passive safety system design) 구축 방안을 모색하고 있으며 비상 상황 시 제3의 외부 전원을 끌어올 수 있도록 유관기관 간의 협조와 관련 시스템 구축, 비상 수원 확보와 비상 전력 시스템의 연계로 즉시 가동될 수 있는 기준 강화 내용 검토하고 있다.

원자력 안전 위원회는 원자력 시설에 대한 안전점검 후 단기조치(지진 및 해일에 대한 안전성 확보를 위해 26개 과제 추진)와 장기 조치(비상 전력계통 및 중대사고 대응 설비 확보를 위해 24개 과제 추진)를 원활히 이행하여 대형 재난에 대한 사고 예방에서 사후 대응까지 전주기적 대응을 강화할 예정이다. 또한 원자력 시설에 대한 최상의 안전 관리 체계를 유지하기 위해 국제 권고를 반영한 방사선 안전관리 체계 강화 및 장기 가동원전에 대한 피폭 방사선량 저감대책을 세계원전사업자 협회 기준 세계 최상위 수준의 피폭방사선량으로 수립 및 추진 할 계획이다. 그리고 2011년대(301억원) 대비 2012년(350억원)에는 원전 냉각성능 평가 및

189) 원자력안전위원회 1차 회의 심의안건 제 2호

190) 원자력안전위원회 회의 [심의안건] 제3호 - 신울진 1,2호기-건설허가(안)

향상기술, 중대사고 이해 및 대처기술, 극한 자연재해 및 다수 호기 동시 사고 리스크 평가기술관련 연구예산의 16%를 늘려 후쿠시마 교훈을 반영한 극한 다중복합 재난에 대비한 다중복합사고 대처 등 안전성 향상 연구를 강화 할 것이다.<sup>191)</sup>

원자력 안전 위원회는 방사선 비상 계획이 관계기관 간 실효성을 가질 수 있도록 체계화할 필요가 있으므로 현재 원자력 시설 등의 방호 및 방사능방재대책 법령과 관련 위기대응 매뉴얼에서 관계기관 간 대응체계와 역할을 규정하고 있고, 주기적인 방사능방재훈련도 강화하여 실시하고 있으며, 향후 관계기관과의 협의를 통해 실효성을 더욱 강화해 나갈 계획이다. 또한 비상지휘체계(Control tower)기능 강화, 고급인력 양성. 중대 사고를 포함한 안전 관련 연구 증진, 국제협력, 산학연 협력을 통한 정보 교류, 안전 문화 확립 등으로 원자력에 대한 사회적 수용성 확보를 위해 노력 할 계획이다.

---

191) 제 4차 원자력 진흥 종합계획



# 우리나라 원자력 정책 변천 및 비교분석



다음에서는 우리나라의 원자력 변천에 대해 알아보고 이를 프랑스, 일본의 경우와 비교 분석함으로써, 향후 우리나라가 원자력 발전 기반의 에너지 정책을 성공적으로 추진하기 위한 과제들의 해결 방안을 도출해 보고자 한다.

## 8.1 우리나라 원자력 정책 변천

### 8.1.1 원자력 행정체제: 정부기관 주도, 민간기업 통제

- ▶ 주관행정부처
  - 대통령 직속: 원자력안전위원회(NSSC)
  - 총리실 산하 행정부처: 교육과학기술부, 지식경제부
- ▶ 조직
  - 최종 정책 결정: 원자력안전위원회(NSSC)
  - 연구개발: 교육과학기술부
  - 에너지 생산 및 방사성 폐기물 관리: 지식경제부
  - 안전규제/통제: 원자력안전위원회(NSSC), 원자력안전위원회 산하 KINS(안전) 및 KINAC(안보통제)

## 8.1.2 원자력 역사

- ▶ 1955년: 미국과 비군사적 원자력 협력에 관한 협정 체결
- ▶ 1956년: 문교부 소속 원자력과 신설
- ▶ 1957년: IAEA 가입
- ▶ 1958년: 원자력법 제정
- ▶ 1959년: 원자력원 및 원자력연구소 발족
- ▶ 1962년: 연구용원자로 TRIGA Mark-II 가동, 본격적인 원자력 연구 시작
- ▶ 1968년: 원자력발전대책위원회 구성 및 최초 원전 건설 추진
- ▶ 1971년: 고리원전 1호기 등 총 6기의 신규 원전 착공
- ▶ 1972년: 연구용 원자로 TRIGA Mark-III 도입으로 국산화 추진 계획
- ▶ 1975년: NPT 가입(비핵국)
- ▶ 1978년: 고리원전 1호기 최초 운전 시작
- ▶ 1980년대: 원자력의 도약기, 원전 준공에 따라 원자력 발전 비율 급등, 핵연료 국산화, 원전 국산화 추진, 다목적 연구로 자력 설계
- ▶ 1984년: 한국 표준형 원전 OPR-1000 개발
- ▶ 1988년: 경수로용 핵연료 국산화 성공
- ▶ 1989년: 안전규제 기관 한국원자력안전기술원(KINS) 독립법인화
- ▶ 1990년대: 체르노빌 원전 사고 영향으로 반원전 여론 확산에 따라 원전 안전성 강화, 적극적인 대국민 홍보 시행, OPR-1000 건설 시작으로 세계 5위 원자력 발전 선진국 진입, 원전 기술 자립 추진
- ▶ 1991년: 한반도 비핵화 공동선언
- ▶ 1995년: 최초 연구용 원자로 개발
- ▶ 1996년: 원자로 및 핵연료 설계, 방사성 폐기물 관리사업을 산업체로 이관
- ▶ 1997년: 제1차 원자력진흥종합계획
  - \* 원전 기술 자립, 국내 원전 건설, 규제기반 구축, 원자력 발전 중심
- ▶ 2002년: 제2차 원자력진흥종합계획, 제1차 전력수급기본계획, 신형 원자로 APR-1400 개발 및 건설 시작
  - \* 원전 기술 고도화, 원자력 수출 기반 구축, 규제 선진화, 원자력/방사선



기술 균형 발전, 2015년까지 원전 추가 건설

- ▶ 2007년: 제3차 원자력진흥종합계획
  - \* 원자력 원천기술 확보, 원자력 상품 개발/수출, 규제기술 국제 선도, 방사선 기술 고부가 신산업 창출, APR+ 개발
- ▶ 2009년: 한국형 신형원전(APR-1400) UAE 수주 성공
- ▶ 2011년: 후쿠시마 원전 사고 영향으로 가동 중인 원전 일제 점검 및 안전성 강화, 원자력진흥정책 지속 추진 방침
- ▶ 2012년: 제4차 원자력진흥종합계획, 100% 기술 자립 추진
  - \* 국민이 신뢰하는 원자력 안전 확보, 안정적 에너지 공급 위한 원자력 이용 확대, 기술혁신 통한 원자력 수출 활성화, 원자력 발전 강국으로 국제적 역할 강화

### 8.1.3 원자력 설비 보유 현황(2012년 기준)

- ▶ 운 전 중 : 원자로 23기(20,716 MWe)
- ▶ 건 설 중 : 원자로 5기(6,600 MWe)
- ▶ 건설계획 : 원자로 4기(5,600 MWe)
- ▶ 설비용량 : 20,716 MWe
- ▶ 총 발전량 중 원전점유율 : 31.2%

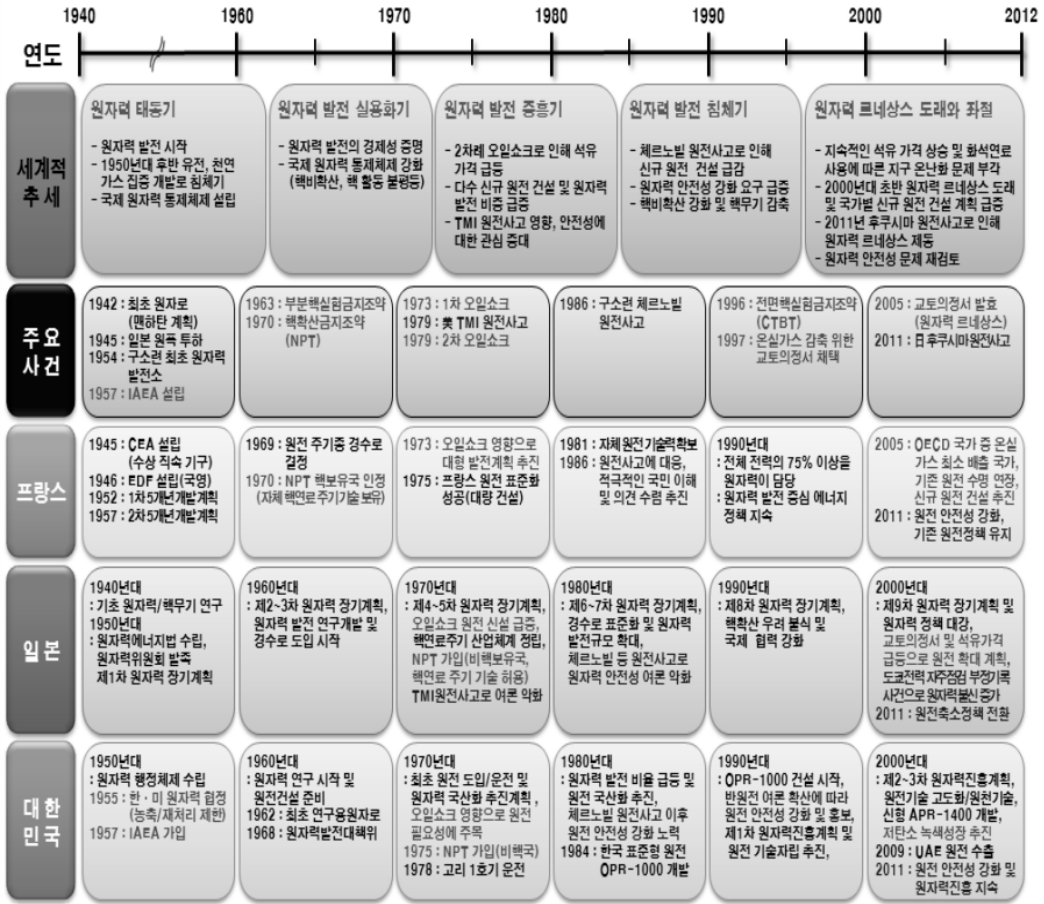
[표 18] 우리나라 원전 설비 현황 (2012년 기준)<sup>192)</sup>

구 분	원자로 수	출력 (MWe)
운전중	23	20,716
건설중	5	6,600
건설계획	4	5,600
계	32	32,916

192) 한국수력원자력(주), www.khnp.co.kr, 「원자력 발전운영 정보 현황」.

#### 8.1.4. 주요 원자력 발전 정책 동향

- ▶ 1950년대: 한·미 원자력 협정 체결 및 원자력 행정체제 수립, IAEA 가입
- ▶ 1960년대: 원자력 연구 시작(최초 연구로 도입) 및 원전 건설 준비
- ▶ 1970년대: 최초 원전 도입/운전 및 원자력 국산화 추진 계획 수립, NPT 가입
- ▶ 1980년대: 원자력 발전 비율 급등 및 원전 국산화 추진, 체르노빌 원전 사고 이후 원전 안전성 강화 노력(안전규제 기관의 독립법인화)
  - \* 핵연료 국산화, 연구로 개발, 한국 표준형 원전 OPR-1000 개발
- ▶ 1990년대: OPR-1000 건설 시작 및 세계 5위 원자력 발전 선진국 진입, 반원전 여론 확산에 따라 원전 안전성 강화 및 적극적인 대국민 홍보 시행, 제1차 원자력진흥종합계획 및 원전 기술자립 추진,
- ▶ 2000년대: 제2~3차 원자력진흥종합계획 추진, 원전기술 고도화 및 원천기술 확보, 저탄소 녹색성장 정책, 신형 원자로 APR-1400 개발 및 건설 시작 및 수출 성공
- ▶ 2010년대: 제4차 원자력진흥종합계획 추진, 후쿠시마 원전 사고 영향으로 가동 중인 원전 일제 점검 및 안전성 강화, 원자력진흥정책 지속 추진
  - ※ 부존자원이 부족한 우리나라의 경우 원자력은 국가 에너지 안보를 위한 불가피한 선택이자 미래 성장의 원동력인 만큼 정부는 원자력의 안전성을 강화하고, 국민의 신뢰를 확보하면서 원자력진흥정책을 지속 추진한다는 방침



[그림 57] 연도별 우리나라 원자력 에너지 발전 추세 비교

### 8.1.5 연구개발

- ▶ 교육과학기술부가 국가 원자력 연구개발 프로그램 입안 담당
- ▶ 원자력 연구개발 5개년 계획 추진 목표
  - 안정적 원자력 에너지 공급을 위한 미래 핵심기술 개발
  - 국민 신뢰 증진을 위한 사전예방적 원자력 안전관리 기술 확보
  - 원천기술 획득 가능 분야 집중 개발을 통한 수출산업화
  - 방사선 이용 기술 개발을 통한 국민보건 증진과 첨단기술 기반 제공

- 목표 지향적 연구관리 및 원자력 연구개발의 효율적 추진을 위한 기반 구축
- ▶ 주요 연구 분야
  - 기초 원자력 기술, 원자로 및 핵연료 개발, 원자력 안전성
  - 방사성 폐기물 관리
  - 안전규제 및 방사선 방호
  - 방사선/방사성 동위원소 이용 및 생산
- ▶ 원자력 연구개발 중점
  - 제4세대 원자력 시스템(Gen-IV) 핵심기술 확보를 위한 소듐냉각고속로(SFR), 초고온가스로(VHTR) 개발 연구 전략적 추진
  - 고준위 폐기물 처리·처분을 위한 지하연구시설(KURT) 및 시설/장비 확보

### 8.1.6 안전 조치

- ▶ 안전규제 체제 : 대통령 직속 원자력안전위원회(NSSC) 및 산하 독립 기관
  - 안전/규제 : 한국원자력안전기술원(KINS)
  - 안보/통제 : 한국원자력통제기술원(KINAC)
- ▶ 안전규제의 5개 원칙 : 독립성, 공개성, 명확성, 효율성, 신뢰성
  - ※ 우리나라는 원자력 발전에서 안전성을 강화하기 위해, 안전규제 기관을 대통령 직속의 특별기관으로 독립/분리시키고 법률로 그 권한을 부여함으로써, 원자력 안전을 정부 부처 간의 이해관계, 경제성 논리로부터 독립시키는 방향으로 개선

### 8.1.7 핵연료 주기 및 폐기물 관리

- ▶ 우라늄 자원 미보유 : 대부분은 미국, 호주 등으로부터 수입
- ▶ 핵연료 주기
  - 저농축 우라늄 수입 후 원자로 핵연료로 성형 가공
  - 자체 우라늄 농축 및 사용후핵연료 재처리 불가, 관련 기술 개발도 제한
    - \* 한·미 원자력 협정에 의거 제한(미국의 동의 필요)

- 사용후핵연료는 현재 각 발전소별로 습식 보관 중
- ▶ 중·저준위 방사성 폐기물 처분 : 2014년까지 경북 경주시에 처분시설 건설 예정
- ▶ 고준위 방사성 폐기물 처분
  - 국가 정책(재활용/영구처분) 결정 때까지 원자력 발전소 내에 임시저장 중
    - ※ 세계적인 원전 운영국으로서 원전용 저농축 핵연료를 자급하기 위한 우라늄 저농축 기술 확보, 사용후핵연료 재활용을 위한 핵비확산성 제4세대 자급형 핵연료주기 구축 및 고준위 방사성 폐기물 최소화, 국민적 이해와 공감대를 통한 고준위 방사성 폐기물 관리 정책 결정 필요
    - 2014년 예정인 한·미 원자력 협정 개정 시 미국의 동의 필요

### 8.1.8 對국민 신뢰성 확보

- ▶ 홍보 활동의 다양화 및 효율성 제고
  - 홍보 관련 기관별 역할을 정립하고 홍보협의회를 구성하는 등 효과적인 체제 구축 추진
  - 이해관계자별로 차별화된 맞춤형 홍보 전략 수립
  - 원자력 전문홍보요원 양성 및 원자력계 이외의 전문가를 활용한 홍보 확대
  - 원자력 이용 개발 50주년 기념 행사, 원자력 연구개발 성과 전시회 개최 추진
- ▶ 차세대 대상 홍보 활동 강화
  - 초·중학생을 대상으로 하는 차세대 에너지 체험관 운영
  - 초·중·고 교육 교과과정에 원자력에 관한 내용 포함 추진
  - 과학교육 담당 교사들에 대한 올바른 원자력 지식 교육 확대
  - 방사선 체험사업을 원전주변 학교에서 전국으로 확대 시행하여 현장 중심 교육 홍보활동 강화
- ▶ 1992년 한국원자력문화재단 설립, 적극적인 대국민 홍보활동 시작
  - 단기 전략(2012~2013년) : 원자력 소통의 장 확대, 재정기반 안정화 및 위상 정립
  - 중기 전략(2012~2030년) : 현장 중심의 국민 수용성 확보, 정책 국민 수용성 R&D 기능 보강

※ 원자력에 대한 국민적 이해를 위해 한국원자력문화재단을 설립하는 등 정부차원의 노력은 계속되었으나, 후쿠시마 원전 사고 이후 인터넷 등의 첨단 통신기술을 활용한 반핵단체들의 적극적인 활동에 따라 원전에 대한 국민적 여론이 악화되고 있는 것으로 평가

→ 원자력 관련 산·학·연·관이 협력하여 인터넷, 모바일 기기 등을 활용한 보다 적극적이고 능동적인 원자력 안전성 소통 및 홍보체제 운영 필요

### 8.1.9 원자력 국제협력

#### ▶ 다자간 협력

- 한국은 1957년에 IAEA 창설회원국으로 가입하고 1996년 원자력 사고 조 기통보에 관한 협약, 1990년 원자력 사고 또는 방사능 긴급사태 시 지원에 관한 협약, 핵물질 물리적 방호 협약, 원자력 안전 협약과 1994년 폐기물 및 기타물질의 투기에 의한 해양오염방지에 관한 협약 등의 국제협약을 IAEA 지원 하에 체결
- 1998년 IAEA와 양해각서 체결 이후 한국은 개발도상국에 대한 원자력 교육과 훈련 프로그램 확대
- 한국의 IAEA 분담금 : 약 530만 유로, 1.858%(2008년 기준)

#### ▶ 양자 협력

- 한국은 22개 국가와 원자력의 평화적 이용 협력에 관한 양국간 협정 체결
- 한국은 선진국뿐만 아니라 개발도상국과 활발한 원자력 기술이전 및 원자력안전을 위하여 정기적으로 공동조정위원회 등 양국간 회담 개최

## 8.2 원자력 선진국과 우리나라 원자력 정책의 비교분석 및 교훈

### 8.2.1 프랑스, 일본, 한국의 원전 동향 연도별 비교분석

▶ [그림 57]에서 보듯이, 프랑스, 일본, 한국은 세계적 원자력 발전 추세에 따

라 비슷한 동향을 보여 왔다. 그러나 일본이 후쿠시마 사고 이후 부정비리 등이 사회적 이슈가 되고 안전규제에 대한 국민 신뢰가 훼손됨에 따라 원자력 진흥 정책을 포기하고 단계적으로 축소하는 방향으로 선회하고 있다. 우리나라에서도 2012년 들어 원전 고장 보도가 잇따르고 각종 비리 사건이 꼬리를 물고 있어 안전에 대한 불안이 커지고 있고 원전 운영에 대한 신뢰가 크게 하락하고 있는 실정이다.

## 8.2.2 프랑스, 일본, 한국의 원자력 정책 비교분석

### 가. 원자력 행정체계

- ▶ 프랑스는 정부 주도의 비교적 중앙집권적 사업 체제를 유지하고 있다. 우리나라도 교과부, 지경부, 외교부, 대통령실 산하의 원안위 등으로 업무가 분산되고 있어 통합조정 필요성이 강조되고 있다. 일본의 경우에는 다수의 행정부처가 분권적으로 업무를 수행하고 있어, 특히 원자력 안전규제 등의 민감하고 중요한 업무 처리에서 행정부처간 이견이 생기고, 경제성에 근거한 불합리한 타협이 발생할 가능성이 있다는 것이 취약성으로 지적된다. 실제로 일본에서는 원자력 안전규제 관련 부정비리 사건이 있었고, 2011년 후쿠시마 원전 사고의 원인 중의 하나도 이러한 안전규제 부실에 기인하는 것으로 분석된다.

### 나. 원자력 설비 현황

- ▶ 프랑스, 일본, 우리나라의 순서로 원자력 설비용량이 크다. 그러나 일본은 후쿠시마 사고로 원전 가동을 중단시켰고, 신규 원전 건설도 보류된 상태이다

### 다. 원자력 정책 방향

- ▶ 후쿠시마 사고 이전에는 프랑스, 일본, 우리나라는 원자력 확대의 적극적인 원전 진흥정책을 추진하고 있었다. 그러던 중 후쿠시마 사고로 인해 프랑스와 우리나라는 원전에 대한 안전점검을 실시하고 안전성 강화조치를 추진하면서 기존의 정책을 고수하는 입장을 취하고 있다. 2012년 프랑스의 대선에서 프랑수와 올랑도 대통령은 후보 시절 원전 비중을 50%로 대폭 축소한다

는 공약을 제시하기도 했으나, 아직까지 구체적인 축소 계획이 나오는 것은 없다. 전문가들은 프랑스의 전력 사정상 대폭 축소가 쉽게 이루어지리라는 예상을 하지 않는 분위기이다. 일본의 경우에는 기존의 원전 진흥 정책을 포기하고 원전을 단계적으로 축소, 포기하는 정책으로 전환하였다.

※ 교훈①

한국의 에너지 안보는 다른 어느 나라보다도 심각하다. 재생에너지로 대체하는 것도 자원 분포상 주된 발전원이 되기에는 적합하지 못하다. 따라서 기술력을 갖추고 있는 원자력을 단기간에 포기하는 것은 국가적으로 막중한 부담이 될 가능성이 크다. 그러나 사회적 수용성이 확보되지 않고서는 원자력 정책을 정부가 일방적으로 밀고 나갈 수가 없는 상황이다.

따라서 원전 사고 발생 위험성에 대한 불안을 해소하는 것이 중요한데, 기술위험의 대표적인 상징성을 지닌 원자력에 대해 신뢰를 심는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 안전에 대한 기술적, 행정적, 제도적 조치를 강화하는 기반 위에 홍보 정책의 원칙과 철학에서 패러다임이 바뀌어야 하고, 특히 지역주민의 신뢰를 얻을 수 있는 소통에 나서야 한다. 국내 원전 관리 역량을 갖추는 것은 원자력의 해외 진출에도 상당한 영향을 미치게 될 것이다.

라. 연구개발

- ▶ 프랑스, 일본, 우리나라는 우라늄 자원의 활용률을 향상시키고, 고준위 방사성 폐기물을 저감하고, 사용후핵연료의 방사능을 저감하는 등의 목적을 위해 미래 핵심기술의 연구개발에 진력하고 있다. 제4세대 고속중식로, 선진 핵연료 주기 기술 개발, 수소 생산을 위한 고온가스냉각로 개발 등이 대표적 예이다. 프랑스와 일본은 사용후핵연료 재처리를 하고 있는 대표적 국가이다. 재처리에 대한 국제사회의 견해는 기술력, 경제성에서 가치를 인정하지 않는 견해도 엄존하고 있고, 재처리로 얻어지는 플루토늄은 핵비확산에 저촉될 우려 때문에 국제적으로 쟁점이 되고 있다.
- ▶ 우리나라는 원자력의 핵연료 주기 기술을 확보하기 어려운 국제적 여건에 처해 있다. 그 가운데 ‘파이로프로세싱’ 기술 개발에 중점을 두면서 플루토늄이 분리되어 얻어지지 않는다는 점에서 핵비확산성을 강조하고 있다. 그러나 국제적으로는 ‘파이로프로세싱’은 재처리의 범주로 구분하고 있다. 그 이유는 기술적으로 언젠가 분리가 가능하다는 사실에 근거한다. 따라서 국제사회의 핵비확산성 논란을 해소하지 못하는 한 한계를 지니고 있고, 실용화 가능성은 현재로서는 언젠가 될지 예상하기가 쉽지 않다.



※ 교훈②

우리나라가 추진하고 있는 ‘파이로프로세싱’ 기술 개발을 계속하기 위해서는 미국 등과의 국제협력이 매우 중요하다. 그리고 국내에서 연구개발에 소요되는 재정적 지원을 확보하는 것도 과제가 될 것이다. 기술 개발 예산은 그 전문성으로 인해 정부와 전문가 그룹이 결정하는 경향이 있으나, 현재 국회는 반핵을 주장하는 기류가 있고, 사회적 여론이 원전에 대해서 부정적으로 머무는 경우 예산 확보가 순조롭지 않을 가능성을 배제하기 어렵다.

원자력 기술의 자립도를 꾸준히 높여온 우리나라로서는 미래 에너지원으로서 대안이 없는 이상 기존 기술력을 업그레이드 하는 노력을 포기할 수가 없는 실정이다. 따라서 원자력 연구개발을 이어가기 위해서는 국내 여론의 최소한의 지지 기반을 확보하고, 핵비확산에 대한 국제사회의 신뢰를 쌓는 일이 선행되어야 할 것이다.

마. 안전 강화 조치

- ▶ 프랑스는 원자력 안전에 대해 국민 신뢰를 상당히 확보하고 있는 것으로 알려져 있다. 우리나라는 후쿠시마 사고 이후 원자력안전위원회를 대통령실 산하로 놓아 안전 체제의 독립성을 강화하는 조치를 취했다. 이전에 진흥기능과 함께 시행되고 있다는 IAEA의 지적을 수용하여 개선한 결과로서, 일단 체제상으로는 취약성을 보완하는 성과를 거두었다. 그러나 환경단체는 그 인적 구성에 대해 원자력 진흥 쪽에 치우쳤다고 비판하고 있다.
- ▶ 일본의 경우 후쿠시마 사고 원인과 관련하여 안전규제 채재에 대한 심각한 비판이 제기되었다. 원자력안전규제기관이 원자력 진흥과 이익을 추구하는 경제산업성에 소속됨으로써 독립성을 보장받지 못했고, 그동안 경제성과 진흥의 논리에 따라 부정비리가 발생했고, 안전규제가 적절히 이루어지지 못했다는 것이다. 또한 후쿠시마 원전 사고 처리 과정에서도 중앙부처의 체계적인 국가비상대응 체제가 가동되지 못했다는 비판을 받았다. 결국 원전 사고로 인해 원전 산업에 대한 국민적 신뢰가 실추되고, 안전규제 체제의 강화에 대한 요구를 받아들여 환경성 산하로 원자력 안전규제 기능이 이관되는 변화를 겪게 되었다.

※ 교훈③

원자력 안전규제 기관의 독립성과 자율성을 보장할 수 있는 체제를 갖춘다고 해서 국민이 원전 안전성을 신뢰하게 되는 것은 아니다. 형식적 독립성과 실질적 운영 사이에 차이가 있을 수 있고, 인력 구성 등 운영에서 변수가 개재될 수 있기 때문

이다. 무엇보다도 중요한 것은 안전규제 기관이 정부와 사업자 편에서 진흥을 위해 일한다는 인상을 불식시키는 것이 중요하다.

프랑스의 경우는 시사적이다. 제2차 세계대전 이후 하락하고 있던 국제사회에서의 국가 위상을 끌어올리기 위해 드골 대통령이 산업 경쟁력 강화를 내걸면서 그중 원자력 산업이 포함되었고, 이후 원자력에 대한 국민 신뢰가 계속 이어진 기록을 남기고 있다. 다른 나라와 달리 원자력 갈등을 해소하는 데 있어서는 의회의 역할이 컸다는 평가이다. 현재 프랑스의 원자력안전청은 5명의 위원(Commissioner)로 구성되는데, 대통령이 3명, 상원이 1명, 원자력계가 1명을 추천하여 임기 6년 단임으로 법관의 면책특권을 지니는 권한과 지위를 부여받고 임무를 수행하고 있다.

체제를 갖추었다고 하더라도 안전규제 기구는 지역주민의 안전과 국민의 안녕을 위해서 철저히 안전규제를 시행한다는 인식을 심어줄 수 있어야 한다. 그러한 기본적인 자세로 전환될 때 신뢰의 바탕이 형성될 수 있을 것이기 때문이다. 그리고 지역주민이 불안해 하는 원인 가운데 하나는 비상시의 대응체계에 대한 확신이 없다는 데에도 기인한다. 지역사회의 우려와 요구사항에 귀기울여 본질을 파악하고 만약에 있을지도 모르는 비상사태에 대비하는 초동 대응조치는 물론 ‘국가방사선비상대응체계’를 점검 보완할 필요가 있다.

## 바. 핵연료 주기 및 고준위 방사성 폐기물 관리

- ▶ 프랑스와 일본은 원전의 선행주기와 후행주기의 핵연료 주기 기술을 자립한 국가이다. 따라서 우리나라 농축과 폐연료봉 재처리를 시행해 오고 있으나, 일본의 경우 그리 순조롭지는 않다. 또한 재처리의 효율성 자체에 대한 논란도 해소되지 않고 있다. 우리나라의 경우 핵연료 성형 가공 이외에 우리나라 농축과 핵연료 주기 기술의 개발 등의 활동이 국제적 핵비확산 정책 차원에서 한미 원자력협정에 의해 엄격히 제한되고 있는 실정이다.
- ▶ 그러나 일본의 경우 우리나라처럼 비핵보유국임에도 불구하고 핵연료 주기 기술 개발을 할 수 있도록 허용된 것은 예외적 사례이다. 아마도 원폭 피해 국가라는 점과 외교적 전략이 성과를 거둔 것이 아닌가 짐작된다. 우리나라도 평화적 목적의 비핵확산성 우리나라 저농축 기술과 파이로프로세싱 기술의 개발 필요성 등을 강조하고 있으나, 북핵 문제 해결이 답보상태를 면치 못하고 있고, 한반도비핵화선언, 한미원자력협정의 재협상 등의 외교적 상황에 맞물려 미결의 과제로 남아 있다.

### ※ 교훈④

2014년에 만료되는 한미원자력협정의 재개정을 위한 협상은 이미 시작되었으나, 그

전망은 밝지 않다. 우리나라의 핵연료 주기 기술의 비확산성과 투명성을 강조하는 것만으로 해결될 가능성은 적어 보인다. 국제사회의 신뢰를 이끌어내기에는 과거의 핵무기 개발 의혹을 불러일으킨 몇몇 사례가 장애로 작용하고 있다. 더욱이 북핵문제가 불거져 나옴에 따라 국내에서 핵무기를 개발해야 한다는 목소리가 일부에서 나오고 있는 현실은 한국의 핵비확산 의지가 확고한가에 의구심을 제기하는 상황이다. 국제사회에서 원자력 기술 개발에 대한 신뢰를 얻기 위해서 어떻게 대응해야 할런지에 대해 검토할 필요가 있다.

## 사. 국민 신뢰 확보

- ▶ 프랑스, 일본, 우리나라는 모두 국민의 원전 안전을 비롯하여 정책 전반에 대해 신뢰를 확보하기 위해 노력해 왔다. 그러나 우리나라는 특히 방폐Wkd 부지 선정을 둘러싸고 사회적 수용성 확보에서 다른 나라에 비해 우여곡절이 심했다. 일본의 경우에는 후쿠시마 사고로 인해 결정적으로 국민 신뢰가 무너졌고, 결국 원전 폐쇄로 가지 않으면 안되는 상황에 몰렸다.
- ▶ 우리나라의 경우 후쿠시마 원전 사고 이후 SNS 등 새로운 소셜 미디어를 통한 반핵활동으로 인해 사회적 여론이 더욱 영향을 받고 있다. 반핵운동이 분야별로 체계화, 전문화되어 반대논리가 설득력을 더 하는 변화를 보이고 있다.

### ※ 교훈⑤

원전의 안전규제 기관의 독립성과 권한을 보장하고 막대한 예산 투입에 의해 기술적 안전조치를 확대한다고 해서 국민, 특히 해당 지역사회가 안전에 대해 안심하게 되는 것은 아니다. 사람들은 일단 자신이 믿고 있는 믿음을 단순히 추가적 정보 제공에 의해 쉽게 바꾸려 하지 않는다는 연구결과가 나와 있다. 또한 한번 무너진 신뢰는 다시 회복하기가 훨씬 어렵다는 연구결과도 나와 있다.

원자력 정보 제공 전반에 대한 투명성을 강화함으로써 적시에 정확한 정보를 제공하는 것은 기본이다. 이러한 정보 제공에서는 원자력 관련 정부 기관, 산·학·연의 협력으로 인터넷, 모바일 기기 등 SNS를 활용하는 방안도 모색할 필요가 있을 것이다. 그러나 국민과 지역주민을 단순히 교육과 홍보의 대상으로 삼아서는 안된다는 것이 경험으로부터 얻어진 교훈이다. 또한 지역사회는 단순한 이해당사그룹이 아니라 사업운영 주체의 일부로서 인식해야 한다는 것이 새로운 접근법의 요체라 할 수 있다. 그러나 전문성을 갖추지 않은 이들 이해당사그룹을 어떻게 파트너로서 참여하도록 할 수 있는가에 대해서는 새로운 과제로서 연구되어야 할 것이다.

## 아. 국제협력

- ▶ 원자력은 다른 어느 분야보다도 국제적 성격이 크다. 안전규제는 물론 연구 개발에서도 그러하다. 프랑스, 일본, 우리나라는 모두 원자력 기술국가로서 적극적인 국제협력을 추진하고 있다. 일본의 경우 핵비확산 정책기조를 통해 국제협력을 추진함으로써 비핵보유국임에도 불구하고 자국내 우라늄 농축과 재처리를 국제사회로부터 허용 받은 것으로 볼 수 있다. 더욱이 원전 기술을 확보하지 못한 지역과 국가들이 원전 시장에 진입하고 있는 상황에서 국제협력은 해외 진출을 위한 전략에서도 중요성을 더하고 있다.

### ※ 교훈⑥

우리나라의 원자력 국제협력의 중요성은 그 어느 나라보다도 크다. 북핵문제가 걸려있고, 에너지 자원의 빈국으로서 에너지 안보 측면에서 원자력 기술의 경쟁력을 높이는 것이 국정 운영에서 중요한 과제이기 때문이다. 현재로서는 원자력 핵주기 기술을 확보할 수 없는 국제적 환경에 처해 있으므로 이들 과제를 해결하기 위해서는 국제사회의 이해를 얻고 합의를 도출하는 원자력 외교안보적 역량이 핵심이기 때문이다. 또한 금년에 만료되는 한미원자력협정의 재협상에서 우리나라의 필요를 이해시키고 원만하게 협의를 진행하기 위해서도 국제협력은 매우 중요하다. 그리고 2009년 UAE의 원전 수주를 계기로 글로벌 원전 시장에 진출한 시점에서 또다른 의미의 기술 외교가 중요하기 때문이다. 이러한 원자력 국제관계에서 역량을 발휘하기 위해서는 관련 부처 간의 협의를 거쳐 부처 간 이해관계와 의견 차이를 극복하고 조율하는 통합 조정 기능이 매우 중요하다. 기존의 방식에서 벗어나 이 기능을 강화하는 새로운 접근이 필요하다.

[표 19] 원자력 선진국과 우리나라 간 원자력 현황/정책 비교

구 분		프랑스	일본	우리나라
원자력 행정체제		<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 주도(정부+국영기업)</li> <li>산업안전관광부(MIPTT) 위주의 중앙집권적 업무체제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 주도(민간기업 통제)</li> <li>내각부 다수 행정부처에서 <b>분권적 업무체제</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 주도(민간기업 통제)</li> <li>대통령 직속 원자력안전위원회 통제 하 2개 정부부처에서 수행</li> </ul>
원자력 설비현황		<ul style="list-style-type: none"> <li>운 전 중 : 60기</li> <li>건 설 중 : 1기</li> <li>건설계획 : -</li> <li>설비용량 : 66,020 MWe</li> <li>원전 발전 비율 : 78%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운 전 중 : 55기</li> <li>건 설 중 : 2기</li> <li>건설계획 : 12기</li> <li>설비용량 : 44,920 MWe</li> <li>원전 발전 비율 : 25.6%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운 전 중 : 23기</li> <li>건 설 중 : 5기</li> <li>건설계획 : 4기</li> <li>설비용량 : 20,716 MWe</li> <li>원전 발전 비율 : 31.2%</li> </ul>
원자력 정책 방향	후쿠시마 사고 이전	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵무기 보유국</li> <li>오일쇼크 이후 원자력 발전 정책 강화</li> <li>체계적인 발전계획에 의한 적극적인 원전 확대 정책</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵무기 비보유국</li> <li>오일쇼크 이후 원자력 발전 정책 강화</li> <li>체계적인 발전계획에 의한 적극적인 원전 확대 정책</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵무기 비보유국</li> <li>오일쇼크 이후 원자력 발전 정책 강화</li> <li>체계적인 발전계획에 의한 적극적인 원전 확대 정책</li> </ul>
	후쿠시마 사고 이후	<ul style="list-style-type: none"> <li>자국내 원전에 대한 안전성 점검 및 안전강화조치 진행</li> <li>원전기술 수출 규제 강화</li> <li>※ 차세대 원전 건설 등의 기존 원전 진흥정책 기조 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>모든 원전 가동 중단 및 대대적인 원전 안전점검 진행</li> <li>※ 기존의 원전 진흥정책 포기, 원전 축소정책으로 전환</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>자국내 원전에 대한 안전성 점검 및 안전강화조치 진행</li> <li>※ 차세대 원전 건설 등의 기존 원전 진흥정책 기조 유지</li> </ul>
연구 개발		<ul style="list-style-type: none"> <li>제4세대 고속증식로 및 선진 핵연료 주기 기술 개발 중점</li> <li>수소 생산 위한 고온개스냉각 원자로 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 경수로의 저농축 핵연료 주기 개선</li> <li>제4세대 고속증식로 및 선진 핵연료 주기 기술 개발 중점</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제4세대 고속증식로 및 선진 핵연료 주기 기술 개발 중점 (파이로프로세싱)</li> <li>수소 생산 위한 고온개스냉각로 개발</li> </ul>
안전 조치		<ul style="list-style-type: none"> <li>타 정부기관으로부터 독립된 원자력안전청이 강력한 안전규제 시행 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>내각의 경제산업성 예하 원자력안전보안원이 안전규제 시행 → 독립성 손상</li> <li>경제성과 발전 논리에 의해 부정비리 발생 및 규제 실패</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>타 정부기관으로부터 독립된 원자력안전위원회 및 산하 KINS, KINAC에서 강력한 안전규제 시행 중</li> </ul>
핵연료 주기 폐기물 관리		<ul style="list-style-type: none"> <li>핵무기 보유국</li> <li>핵연료 주기 기술 자립 및 우라늄 농축/재처리 시행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵무기 비보유국임에도 불구하고, 핵연료 주기 기술 자립/운영 (우라늄 농축/재처리 시행) → 미·일 원자력협정 및 국제사회 동의</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵연료 성형 가공 외 우라늄 농축/재처리 등의 핵연료 주기 기술 개발 제한</li> <li>고준위방사성폐기물 처리 문제 → 한·미 원자력협정 개정 필요</li> </ul>
對국민 신뢰성 확보		<ul style="list-style-type: none"> <li>국민 여론을 적극적으로 수렴하여 국민적 합의 도출</li> <li>원자력 안전규제기관에 대한 국민적 신뢰 획득</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부의 적극적인 노력 불구, 자국내 원전 사고, 안전규제 실패, 부정비리 발생 등으로 반원전 여론 확산</li> <li>후쿠시마 사고 이후 최악</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>후쿠시마 원전 사고 이후 인터넷 등 첨단 통신기술을 활용한 반핵단체의 활동으로 국민여론 악화</li> <li>→ 능동적/체계적인 홍보 필요</li> </ul>
국제협력		<ul style="list-style-type: none"> <li>원자력 기술 선진국으로서 각 국가와 적극적인 국제협력 추진</li> <li>원전, 핵연료, 에너지 수출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>원자력 기술 선진국으로서 핵비확산 정책기조를 통해 적극적인 국제협력 추진</li> <li>우라늄 농축/재처리 용인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>원자력 기술 선진국으로서 적극적인 국제협력 추진</li> <li>우라늄 저농축 및 비확산성 핵연료 주기 기술 자립 위해 국제사회의 이해 필요</li> </ul>

### 8.3 우리나라 원자력 정책 방향<sup>193),194)</sup>

앞서 설명한 “원자력 선진국과 우리나라 원자력 정책의 비교분석” 결과에 따라 다음의 [표 20]과 같은 4가지 교훈을 얻었다.

[표 20] 원자력 선진국과 우리나라 원자력 정책의 비교 분석 교훈

구 분	내 용	분 야
교훈①	<p>기술력을 갖추고 있는 원자력을 단기간에 포기하는 것은 국가적으로 막중한 부담이 될 가능성이 크다. 그러나 사회적 수용성이 확보되지 않고서는 원자력 정책을 정부가 일방적으로 밀고 나갈 수가 없는 상황이다.</p> <p>따라서 원전 사고 발생 위험성에 대한 불안을 해소하는 것이 중요한데, 기술위험의 대표적인 상징성을 지닌 원자력에 대해 신뢰를 심는 것은 결코 쉬운 일이 아니다. 안전에 대한 기술적, 행정적, 제도적 조치를 강화하는 기반 위에 홍보 정책의 원칙과 철학에서 패러다임이 바뀌어야 하고, 특히 지역주민의 신뢰를 얻을 수 있는 소통에 나서야 한다.</p>	미래 원자력 정책 방향
교훈②	<p>우리나라가 추진하고 있는 ‘파이로프로세싱’ 기술 개발을 계속하기 위해서는 미국 등과의 국제협력이 매우 중요하다. 그리고 국내에서 연구개발에 소요되는 재정적 지원을 확보하는 것도 과제가 될 것이다.</p> <p>원자력 연구개발을 이어가기 위해서는 국내 여론의 최소한의 지지 기반을 확보하고, 핵비확산에 대한 국제사회의 신뢰를 쌓는 일이 선행되어야 할 것이다. 국제사회에서 원자력 기술 개발에 대한 신뢰를 얻기 위해서 어떻게 대응해야 할런지에 대해 검토할 필요가 있다.</p> <p>원자력 국제관계에서 역량을 발휘하기 위해서는 관련 부처 간의 협의를 거쳐 부처 간 이해관계와 의견 차이를 극복하고 조율하는 통합 조정 기능이 매우 중요하다. 기존의 방식에서 벗어나 이 기능을 강화하는 새로운 접근이 필요하다.</p>	연구 개발, 핵연료 주기/ 폐기물관리, 국제협력
교훈③	<p>안전규제 기구는 지역주민의 안전과 국민의 안녕을 위해서 철저히 안전규제를 시행한다는 인식을 심어줄 수 있어야 한다. 그러한 기본적 자세로 전환될 때 신뢰의 바탕이 형성될 수 있을 것이기 때문이다. 지역사회의 우려와 요구사항에 귀기울여 본질을 파악하고 만약에 있을지도 모르는 비상사태에 대비하는 초동 대응조치는 물론 ‘국가방사선비상대응체계’를 점검 보완할 필요가 있다.</p>	안전 조치
교훈④	<p>원자력 정보 제공 전반에 대한 투명성을 강화함으로써 적시에 정확한 정보를 제공하는 것은 기본이다. 이러한 정보 제공에서는 원자력 관련 정부 기관, 산학연의 협력으로 인터넷, 모바일 기기 등 SNS를 활용하는 방안도 모색할 필요가 있을 것이다. 전문성을 갖추지 않은 이들 이해당사그룹을 어떻게 파트너로서 참여하도록 할 수 있는가에 대해서는 새로운 과제로서 연구되어야 할 것이다.</p>	對국민 신뢰성 확보

193) 홍사균 외(2011), 「후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 발전을 둘러싼 주요 쟁점 및 향후 정책 방향」, 과학기술정책연구원.

194) 홍정석 등(2012), 「후쿠시마 사고 이후 원자력 정책과 R&D 동향 및 주요 이슈」, 과학기술 및 연구개발사업 동향브리프 2012-05, 한국과학기술기획평가원

본 4가지 교훈을 바탕으로 향후 우리나라의 성공적인 원자력 진흥을 위한 정책 방향은 다음과 같다.

### 8.3.1 안전성 강화 기반 구축

#### ▶ 안전성 강화 기반의 중요성

- 후쿠시마 사고 이후 가동 중인 원전에 대한 안전점검을 실시 후 안전성 향상을 위한 정부의 개선 조치 발표
  - \* 심각한 중대사고 및 방사선 피해를 근본적으로 방지할 수 있도록 다단계 방어벽을 보강하는 등 46개 항목의 개선사항 도출
  - \* 원전 부지 내 임시저장수조에 보관되어 있는 사용후핵연료에 대한 안전 관리 요건을 강화하여, 어떠한 경우에도 저장 중인 사용후핵연료에 대한 냉각과 모니터링 기능이 상실되지 않도록 관리 강화하는 방안 수립
- 신규 원전의 설계와 건설에 대한 안전성 기준 강화 조치
  - \* 안전성 기준 상향조정에 따른 추가 비용을 발전 사업자에게 전액 부담시키는 경우 발전 사업자의 재무 건전성을 악화시켜 신규 원전 사업과 가동 원전의 안전관리에 필요한 자금 확보에 어려움이 예상된다는 지적
- 정부가 적정 수준에서 발전 사업자와 함께 원전 안전성 강화에 소요되는 추가 비용을 분담하는 등 다양한 방안에 대한 검토 필요
- 원전 안전성 향상, 제4세대 원전 개발(고속중식로, 고온개스냉각로 등)을 위한 R&D 방향 점검과 추진체계 정비 필요

#### ▶ 설계수명 만료 원전 수명 연장 여부 결정

- 설계수명이 다된 원전의 계속운전 여부를 결정하기 위해서는 안전성과 경제성 분석이 선행되어야 하므로 전문성, 독립성, 명확성, 구체성을 갖춘 절차와 결과 도출 중요
- 그 검토를 위해 국내 각 분야 전문가, 해외 안전규제 전문가, 환경시민단체, 지역대표 등으로 TF를 구성하여 상세 평가하고 이에 대한 모니터링 시스템 보완 검토
- 원전의 계속운전을 인정할 만한 결과가 전문가 진단에 의해 나오게 되면 지역사회와 국민 대상의 설명과 동의를 얻는 절차를 거쳐 최종 확정

### 8.3.2 한·미 원자력협정 재개정<sup>195)</sup>

- ▶ 우리나라는 세계 5위 원자력 기술국으로서 원자력의 지속 가능성과 이미 시작된 해외 진출 등을 위해서 핵연료 생산과 사용후핵연료 관련 기술 개발은 점차 주요 과제로 대두될 것으로 예상된다. 해외 진출의 지속 가능성에서도 그러하다. 따라서 핵연료 확보를 위해 자국의 우라늄 저농축 능력을 확보하는 것이 필요하고, 사용후핵연료 관련 고속증식로 기술 개발과 파이로프로세싱 기술의 연구개발과 상용화, 핵변환 기술, 폐로기술 등은 선진 핵연료 주기 역량 확보에서 중요한 과제가 아닐 수 없다. 이런 방식에 의해 우라늄 자원의 활용률을 100배 이상 높일 수도 있고, 고준위 방사성 폐기물의 방사능을 1/100 수준으로 줄일 수 있을 것으로 기대되기 때문이다.
- ▶ 그러나 핵비확산 선진 핵연료 주기 기술 개발과 상용화의 로드맵을 구상하기 위해서는 우선 한미원자력협정의 재개정에 의한 미국의 동의가 필요하다. 이를 위해서는 2014년에 만료되는 현행 한미원자력협정의 재개정에서 일부 반영되는 조치가 필요하다.<sup>196)</sup> 그러나 전망이 어두운 가운데 여러 가지 전략이 나오고 있으나, 그것으로 해결이 가능할지는 불확실하다. 우선 정치적, 기술적 측면에서 핵비확산성에 대한 의지를 확고히 할 필요가 있다. 국제기구를 통해 투명성과 진실성을 강조하는 노력도 필요하다. 한국의 원자력 기술과 산업의 위상에 걸맞게 국제 핵비확산 노력에 동조하는 신뢰를 얻는 것이 중요하다.

일부에서는 현행 협정의 단순한 재개정이 아니라 새로운 협정을 체결하는 것이 바람직하다는 견해가 대두되고 있다. 새로운 협정에서는 양국의 호혜성에 기초하여 모든 권리와 의무에서 상호성이 어느 정도 보장되도록 해야 하고, 양자 협력의 증진에 필요한 제반사항을 규정해야 한다는 것이다. 물론 이들 항목은 양국의 법령과 정책기조 내에서 내용이 정리되고, 장기적 협정의 성격에 비추어 미래의 원자력 활동에 대한 예측이 반영되는 등 국내외 원자력 환경 변화를 반영할 수 있어야 할 것이다. 그러나 이것은 원칙적 논의 수준이므로 이에 대한 실현 가능성과 실현 가능한 방법론에 대해서는 원자력계와 협정 관련 전문가 간에 충분한 논의를 거쳐 전략이 도출되어야 할 것이다.

195) 정옥임(2007), 「한국 원자력 : Public Diplomacy의 과제」, 한국원자력문화재단 심포지엄.

196) 전은주(2012), 「다양한 국제체제하의 원자력」, 한국원자력연구원.



# 우리나라 원자력 정책 추진의 당면 과제

## 9

일본 후쿠시마 원전 사고는 우리에게도 원전 안전성 강화에 대한 시사점을 제시하고 있다. 결론은 ‘안전성 강화’이고, 어떤 경우에도 대응할 수 있는 기술적, 제도적 보강을 의미한다. 지진, 쓰나미, 테러 등에 대비하여 원전 설계 기준을 강화하고 유효한 비상 대책을 강구해야 한다. 최악의 전원 계통 사고가 발생하는 경우에도 작동할 수 있는 새로운 전원 시스템, 사고가 발생하는 경우의 수소 처리 시스템, 펌프 시스템, 수동 또는 자연 환류식 냉각 시스템 등의 기술적 조치를 비롯하여 기존의 원전 설비에 대한 전반적 재검토가 필요하다.

### 9.1. 원전 안정성 강화 방안

후쿠시마 원전에서 발생한 사용후핵연료 저장조 사고는 저장수조의 안전 관리를 포함한 원전 관리 전반에 영향을 미칠 것이다. 사용후핵연료 저장조의 냉각수가 상실되어 고온에 도달할 수 있는 비상사태에 대해 철저히 대비해야 할 것이다. 이번 저장조 사고로 냉각 실패가 얼마나 큰 방사능 오염을 야기할 수 있는지 경각심을 일깨우고 있다. 그 피해 정도가 노심에서 핵연료 용융과 압력 용기 파손에 의한 것 못지않게 심각하다는 가능성을 제기하고 있기 때문이다. 앞으로 사용후핵연료 관리에서는 저장조의 냉각수 상실의 경우를 비롯하여 다양한 비상상황 시나리오를 설정하고 그에 대한 사용후핵연료 거동을 파악하여 대응하는 구체적 대책을 마련해야 할 것이다. 그 내용은 다음과 같이 요약할 수 있다.<sup>197)</sup>

197) 카이스트 원자력 및 양자공학과, 「일본 후쿠시마 원전 사고: 경과와 영향 그리고 교훈(중간보고서)」, 2011. 04. 18.

## 가. 기술적 측면

- ▶ 현재 예상 가능한 시나리오들로 짜여져 있는 원전의 확률론적 안전성 분석(Probabilistic Safety Analysis, PSA)을 예상할 수 없는 광범위한 외부 요소들을 포함하여 재검토하는 방안 모색
- ▶ 원 계통이 작동되지 않는 경우에도 냉각과 수소 배출, 기본 계측이 시행될 수 있도록 자동적으로 작동되는 피동 안전 시스템(passive safety system design) 구축 방안
- ▶ 비상 상황 시 제3의 외부 전원을 끌어올 수 있도록 유관 기관간의 협조와 관련 시스템 구축
- ▶ 비상 수원 확보와 비상 전력 시스템의 연계로 즉시 가동될 수 있는 기준 강화 내용 검토

## 나. 제도적 측면

- ▶ 중대사고시 대응 매뉴얼 확립
- ▶ 비상지휘체계(control tower)기능 강화, 고급인력 양성
- ▶ 중대사고를 포함한 안전 관련 연구 증진, 매뉴얼에 반영
- ▶ 국제협력, 산학연 협력을 통한 정보, 지식 교류
- ▶ 안전 문화 확립, 국민 이해 증진, 사회적 수용성 확보 노력

## 9.2. 원자력 안전규제 기관의 적정성

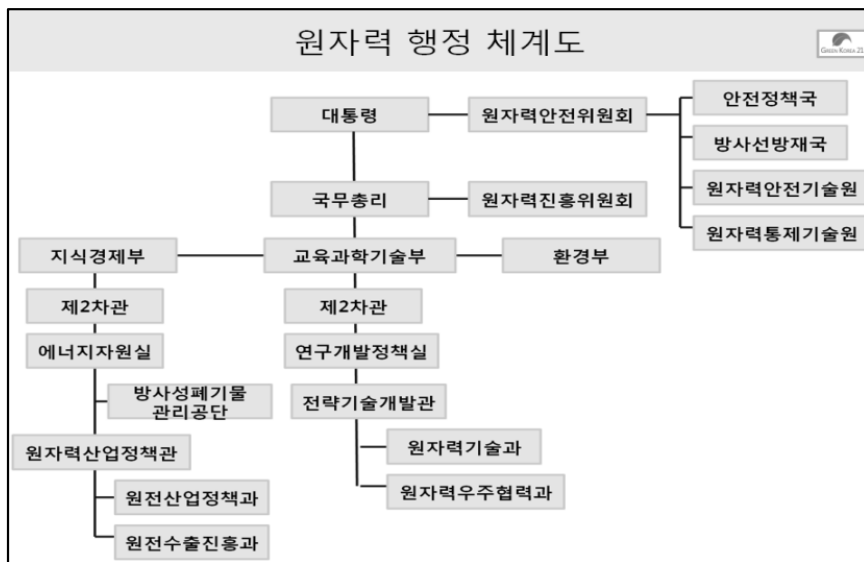
후쿠시마 원전 사고의 원인으로 일본의 원자력 정책이 비판의 도마에 올랐다. 그 중 원자력 안전규제 기구를 독립시켜야 한다는 IAEA의 권고를 따르지 않은 것이 문제라는 비판도 나왔다. 후쿠시마 원전 사고 이전에도 재처리 시설과 원전에서 여러 차례 사고가 났었다. 일본의 원자력 안전규제를 맡고 있는 원자력 안전 보안원은 경제산업성 산하의 조직이고, 원전 안전 평가 없이 경제산업성이 맡고 있었다. 사고 이후 경제산업성에서 분리하여 환경성 등이 관여하는 조직으로 개편되었다.

후쿠시마 사고 이후 세계 각국의 원전 규제 정책이 어떻게 이뤄지고 있는지, IAEA는 어떻게 권고하고 있는지 알아보는 것도 중요하다. 후쿠시마 사고를 계기

로 세계 원자력계에서는 원자력 안전규제에 관한 IAEA의 권고를 따르지 않은 나라가 일본과 우리나라뿐이라는 지적이 나왔었다. 우리나라 안전규제 체계를 개선해야 할 필요성이 더욱 부각된 것이다. 이에 따라 정부에서는 원자력발전소 안전업무를 전담하는 '원자력안전위원회'를 신설하기로 했다.<sup>198)</sup> 2011년 7월 대통령 직속 기관으로 '원자력안전위원회'를 출범시키기로 했다고 발표했다.

일본 원전 사고를 계기로, 운영의 효율성보다는 안전을 보다 강화하는 체계로 바꾸어 원자력 안전규제 기관의 독립성을 갖추기로 했다는 설명이다. 그러나 4월 말 원자력 안전 위원회 관련 법안이 국회에서 처리되지 않아 7월 출범 일정은 뒤로 밀렸다가, 2011년 10월에 출범하게 되었다. 원자력 안전 위원회는 원전 안전을 우선 원칙으로 하여 안전 관리 체제를 마련해 국민을 방사능 피해로부터 보호하고 국민들의 우려를 해소하기 위한 취지 아래에 공식 출범하였다.

기존에는 1국, 3과, 1팀으로 구성되어 총 정원이 46명인 원자력안전국이었으나, 2011년 10월 26일에 1처, 2국, 8과의 총 정원 82명인 원자력안전위원회로 출범하였다.



[그림 58] 원자력 행정 체계도

원자력안전위원회는 대통령 직속기관으로 위원장은 장관급이다. 하지만 여전히 이에 대한 논란이 있다. 현재 규모라면 원전 1기당 정부 안전규제인력이 2명이 되지 않는데, 원전 운영국인 캐나다는 47.2명, 미국은 37.7명, 프랑스는 7.4명, 일본은

198) 임지선, 「당정, 원자력안전위원회 7월 신설」, 《경향신문》, 2011. 3. 25.

10.4명 수준으로 이에 한참 모자라는 수준이라는 것이다.<sup>199)</sup>

또한 원자력안전위원회의 구성원이 원자력 규제보다는 원자력 진흥에 중사해오던 인물이라는 것이다. 그러나 이에 대해 원자력안전위원회는 위원회의 구성원이 원자력, 환경, 보건의료, 과학기술, 공동안전, 법률, 인문사회 등 원자력 안전에 광범위하게 기여할 수 있는 관련 인사가 고루 포함되어 있어 다각적인 측면에서 원자력 안전성을 확보하여 국민과 환경을 보호할 수 있다는 입장이다.

원자력안전위원회는 출범 이후 원전 안전 검사 등을 실시하고 있다. 그리하여 원전 안전 종합 계획과 안전에 관한 연구 개발, 심리와 검사 등 안전규제는 원자력 안전 위원회로 이관될 것으로 보인다. 그러나 부처 간에 분산된 원자력 관련 업무와 기능을 총괄 조정하면서 안전규제에 대해서는 독립성과 중립성을 유지하는 효율적이고 강력한 체제를 구축하는 것은 말처럼 그리 쉬운 일이 아니다. 각 부처 기능의 총괄 조정, 그리고 독립적 안전규제를 효율적으로 수행할 수 있는 컨트롤 타워 기능은 여전히 중요하며, 체제를 바꿨다고 해서 모든 문제가 해결되는 것은 아니다. 그러므로 반대되는 기구의 감시와 치밀한 검토, 그리고 보완이 필요할 것이다.

### 9.3. 원전 설계수명 연장 정책

후쿠시마 원전 사고 후 전 세계의 원전 정책에는 커다란 제동이 걸리게 되었다. 특히 후쿠시마 원전 사고가 수명이 연장된 원전에서 일어난 사고임이 밝혀지자 원전 설계수명 연장에 대해 대중들이 의구심을 갖게 되었다. 이에 따라 원전 운영 국가들은 원전에 대한 안전 점검과 더불어 원전 설계수명 연장 정책의 재검토가 불가피 하게 되었다.

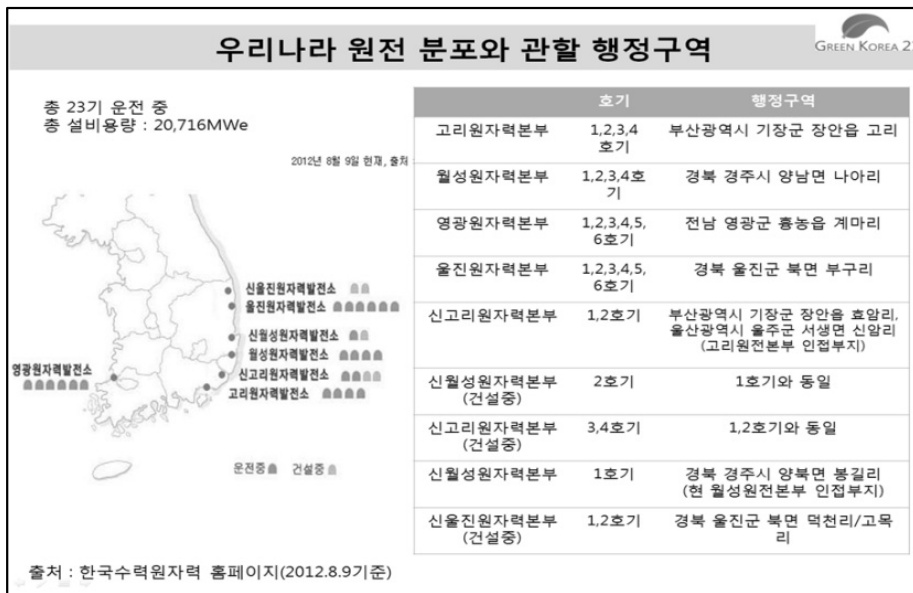
현재 미국에는 30개 원전 사업자가 원전을 가동 중이다. 이들이 가장 필요로 하는 것은 노후 원전의 수명 연장이다. 원자력법을 바탕으로 원자력규제위원회(Nuclear Regulatory Commission))는 상용 동력로의 가동 수명을 40년으로 인허가하고 추가 20년 갱신 가능하도록 공표하였다. 40년 인허가는 기술적인 한계가 아닌 경제성과 독점 금지를 고려한 선택이다. 원전 사업자들은 설계수명 40년으로 돼 있는 것들을 20년 더 연장하고, 그 기간이 끝나면 또 10~20년씩 연장하려는 것이다. 수명 연장에 대한 결정은 전적으로 원자로 소유주에게 달려있으며, 전형적으로 원전의 경제적 여건과 NRC의 요건을 만족시킬 수 있는지의 여부에 기반을 둔다. 원전 사업자들은

199) 유용하, 「원자력안전조직-규모 싸고 '시골」, 《동아일보》, 2011. 9. 2.



검토하고 있다. 당시 미국이 최초 운영허가기간을 40년으로 정한 이유는 어떤 기술적 한계 때문이 아니라 경제상황을 고려했기 때문이며, 운영허가기간 연장을 허용하려는 법적 검토도 있었다. 또한 지난 25년간 NRC와 원전사업자는 원전이 최초 운영허가기간 이상 안전하게 운영될 수 있음을 입증하기 위해 노화관리 기술과 수명연장 절차를 개발하고 향상시키기 위해 협력해왔다. 일본의 경우, 관방장관의 발표에 의하면 일본 원전들의 설계수명은 40년을 기본으로 하고 엄격한 안전 테스트를 통과하는 경우에 한하여 60년을 운영할 수 있는 것으로 발표하였다. 이와 같은 40+20의 수명 방안은 미국 NRC의 방안을 따른 것이다.<sup>202)</sup>

한국·스페인·대만의 원전규제기관들도 NRC와 비슷한 수명연장 승인절차를 따르고 있다. 국제원자력기구(IAEA)는 NRC 모델을 활용해 원전 운영허가기간 연장심사 등에 필요한 절차를 만들어 각국에 권고하고 있다. 국내의 경우에도 NRC 모델과 IAEA의 권고사항을 적용, 엄격하고 입증된 절차를 거쳐 원전 연장 운영을 진행 하고 있다.<sup>203)</sup> 그러나 한국은 운영 중인 23기([그림 60]<sup>204)</sup> 가운데 맨 먼저 가동(1978년 상업운전 시작)된 고리1호기만 30년의 최초 운영허가기간이 끝났으며 10년의 수명연장 허가를 받았다.



[그림 60] 우리나라 원전 분포와 관할 행정구역

201) NRC

202) 일본 경제 신문, 2012. 2. 6

203) 한국일보, 「원전 수명에 대한 한미 시각차」, 칼 W. 라우, 2011.08.02

204) 한국수력원자력 홈페이지, 2012.08.09

고리1호기는 성능·이용률(enhance capacity)을 높이기 위해 노후된 증기발생기 등을 교체했지만 연장 후 오작동으로 인한 사고와(2011년 4월 12일), 부품 납품 비리로 인해 최근 계속 운영에 대한 반대 여론이 커지고 있다.

이제 후쿠시마 원전 사고로부터 얻은 교훈을 원전의 안전성을 높이는데 적용하고 전문가들이 안전 이슈들을 해결하기 위해 협력하는 것이 중요하다. 그리고 전력 소비자들이 글로벌 경제를 선도하는 데 필요한 전력을 안전하고 저렴하게, 안정적으로 공급받으려면 기존 원전의 운영허가기간을 연장할 필요가 있다. 그러기 위해서는 대중들이 안심하고 수명 연장을 믿을 수 있도록 수명 연장의 안전 기준을 더 높일 필요가 있다. 또한 원전 노후화의 영향을 관리 할 수 있는 능력과 허가 갱신을 가로막는 어떠한 안전 관련 우려 사항이 없도록 철저한 원자력계 내에서의 훈련이 필요할 것이다.

고리 1호기는 우리나라 최초로 계속운전이 허가된 원전이었으나, 최근 납품 비리 사건에 더해 사고와 은폐로 언론에 오르내리며 재가동이 보류된 상태다. 이와 함께 불거진 계속운전에 관한 논란은 현 시점에서 가장 중요한 원전 정책 관련 문제 중 하나이다. 현재 이에 대한 전문가 설문 조사가 진행 중이며 관련 자료 및 여론 분석이 완료되었다.

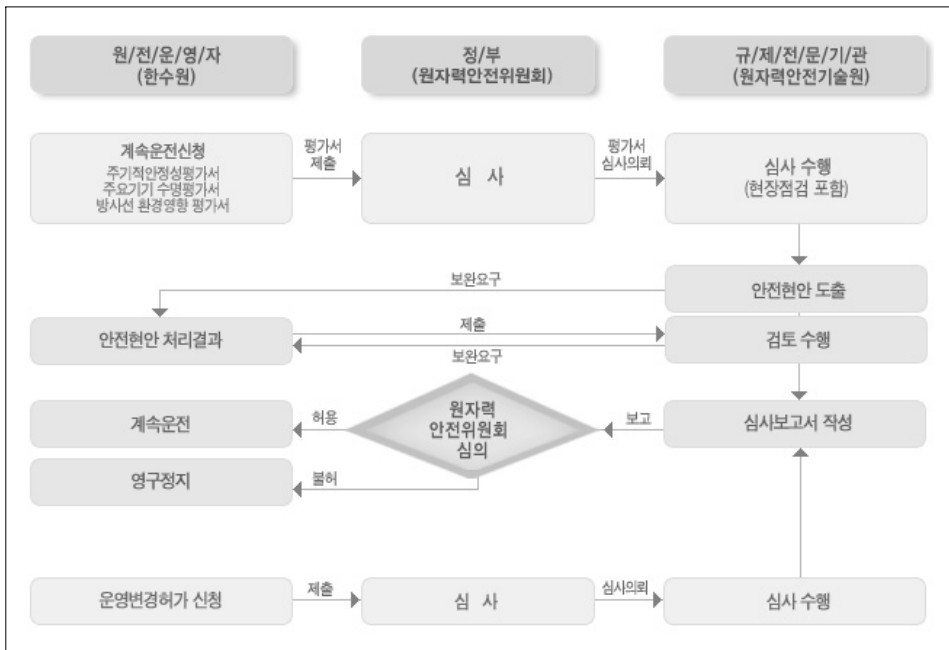
### 9.3.1 국내 계속운전 관련 규정 및 절차

설계수명이란 원전 설계 시 설정한 목표기간으로서 원전의 안전 및 성능 기준을 만족하면서 공학적으로 안전하게 운전할 수 있을 것으로 예측된 기간으로 계속운전은 설계수명에 도달한 원전이 관련 법령에서 요구하고 있는 안전기준을 만족하여 설계수명 이후에도 계속해서 운전하는 것을 말한다. 계속운전과 관련한 주요 법령 및 그 내용은 다음과 같다.

[표 21] 계속운전 관련 법령 및 내용

계속운전 관련 법령	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원자력안전법 제23조 (주기적안전성평가)</li> <li>• 원자력안전법 시행령 제36조 (주기적 안전성평가의 시기 등)</li> <li>• 원자력안전법 시행령 37조 (주기적 안전성평가의 내용)</li> <li>• 원자력안전법 시행령 제38조 (주기적 안전성평가의 방법 및 기준)</li> <li>• 원자력안전법 시행령 제39조 (주기적 안전성평가보고서의 심사처리기간)</li> <li>• 원자력안전법 시행규칙 제24조 (주기적 안전성평가의 세부사항)</li> <li>• 원자력안전법 시행규칙 제25조 (주기적 안전성평가의 기준)</li> <li>• 원자력안전위원회 고시 제 2012-25호 (원자로시설의 계속운전 평가를 위한 기술기준 적용에 관한 지침)</li> </ul>
계속운전 관련 법령 주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발전용원자로운영자는 계속운전을 추진하고자 할 경우 원전 설계수명 만료일 2~5년 이전에 계속운전 신청</li> <li>• 신청서류로 원전의 안전성을 평가한 다음과 같은 보고서를 제출             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주기적안전성평가보고서</li> <li>- 계속운전 기간을 고려한 주요기기의 수명평가보고서</li> <li>- 운영허가 이후 변화된 방사선환경영향 평가보고서</li> </ul> </li> <li>• 원자력안전위원회는 계속운전 신청에 대해 18개월 이내에 심사하고 그 결과를 신청인에게 통보</li> </ul>

원전의 계속운전을 원하는 사업자는 원전 수명만료 최소 이 년 전에 계속운전을 신청해야 하며, 그 주요 절차는 다음과 같다.



[그림 61] 원전 계속운전 신청 절차



▶ 안전성 검토기간 (시행규칙 제24조 제1항)

- ‘안전성 분석에 관한 사항’과 ‘기기검증에 관한 사항’에 대하여 안전성 검토기간은 평가기준일로부터 10년

▶ 수명평가 주요 내용 (시행규칙 제24조 제2항 제1호)

- 수명평가 대상 시설의 분류 및 선정
- 시설의 수명에 대한 영향 분석
- 계속운전기간동안 주변영향을 고려한 시설의 수명평가

▶ 방사선환경영향평가 주요 내용 (시행규칙 제24조 제2항 제2호)

- 부지특성의 변화
- 부지주변의 변화
- 방사성폐기물처리 관련계통의 주요 설계변경사항
- 계속운전으로 인한 주변 환경에의 영향
- 환경감시계획

▶ 평가기준 (시행규칙 제25조)

- 경년열화현상에 대해 안전기능 유지와 평가기준일로부터 10년 후까지의 기간동안 안전성을 보장할 수 있는 안전여유도 확보
- 원자로시설의 경년열화관리계획을 수립·시행하여 계통, 기기, 구조물의 안전기능과 안전여유도 보증
- 계통, 구조물, 기기에 대하여 국내외의 최신 운전경험 및 연구결과를 반영한 기술기준을 활용하여 안전성 평가 수행 및 그 결과로 시설의 안전성이 확보
- 운영허가 이후 변화된 자연환경 및 부지특성 등을 반영한 방사선환경영향 평가 수행 및 그 결과로 최신 기술기준에 만족

[표 22] 계속운전 심사 기준: 원자력안전위원회 고시 제 2012-25호 주요내용

경년열화관리 대상선정 평가	- 경년열화관리의 대상이 되는 계통/기기/구조물의 선정방법, 목록 및 경년열화 관리계획 제시
경년열화 관리계획 평가	- 경년열화 관리계획에 적용범위, 예방조치, 경년열화영향 탐지, 감시 및 경향분석, 허용기준, 시정조치 방안 수립 - 경년열화 관리계획에 해당 원자로의 설계 및 운전 특성과 운전경험을 고려한 검토 및 조치방안 수립
계속운전을 위한 수명 평가	- 계속운전을 위한 수명평가를 위해 시간제한 경년열화분석 수행 - 원자로 압력용기는 계속운전 기간동안 안전여유가 있음을 입증 - 기기가 계속운전 기간동안 열악한 환경에도 견딜 수 있음을 입증
운전경험 및 연구결과의 반영	- 화재방호평가, 기기의 동적 및 내진검증평가, 능동형기기 관리계획, 배관 열성층 평가, 가연성기체 연소에 대한 안전성평가 등을 적용 - 최신의 운전경험, 연구결과 및 국제수준의 규제요건 반영 시 원자로의 설계 및 운전특성과 운전경험을 고려
최신기술에 따른 방사선환경영향평가	- 동일 부지에서 가장 최근에 수행된 방사선영향평가 시에 적용된 기술기준 적용 - 운영허가 심사 시 평가된 사항과 달라진 부분에 한하여 평가
현장확인	- 발전소 현장조치 및 조치의 적정성 확인을 위해 현장점검 실시 가능

이 과정에서 별도의 주민의견 수렴절차는 법으로 정해지지 않았으나, 고리 1호기의 경우 계속가동에 앞서 지역 주민들과 협의안을 체결하였다.

### 9.3.2 고리 1호기 계속운전 논란

고리 1호기는 2007년 12월 비교적 순조롭게 계속운전을 시작했으나 최근 그 재가동을 둘러싸고 원자력 관련 논의의 중심에 서 있다. 논란이 증폭된 직접적인 계기는 2012년 3월 언론을 통해 2월에 있었던 고리 1호기 전원 공급 중단 사고 및 그 은폐 사실이 드러난 것이다. 그러나 그 이전에도 지역을 중심으로 고리 1호기 가동 중지 또는 폐쇄에 대한 요구가 끊임없이 있어왔다. 가동 중지 또는 폐쇄 요구가 표면으로 드러나기 시작한 것은 2011년 4월 12일 고리 1호기 전원 공급계통 차단기 고장 및 가동 중단 이후다. 고리 1호기 문제를 원활히 해결하기 위해서는 고리 1호기를 둘러싼 논란 현황 및 이에 대한 여론을 살펴볼 필요가 있다.

[표 23] 고리 1호기 수명연장 및 재가동 논란 관련 주요 이력

연번	일 자	내 용
1	1971. 11. 15	고리 1호기 착공
2	1977. 06. 19	고리 1호기 임계 도달
3	1978. 04. 29	고리 1호기 상업운전 개시
4	1993. 11~1996. 11	고리 1호기 수명관리연구(PLiM) 1단계 수행
5	1998. 07~2001. 06	고리 1호기 수명관리연구(PLiM) 2단계 수행
6	1999. 11~2002. 11	고리 1호기 확률론적 안전성 평가(PSA) 수행
7	2000. 05~2002. 11	고리 1호기 1차 주기적 안전성 평가(PSR) 수행
8	2001. 07	고리 1호기 계속운전 추진 회사방침 확정
9	2005. 03	고리 1호기 계속운전 인허가 계획 준비
10	2005. 09	계속운전 관련 원자력법 시행령 제정·공포
11	2006. 06. 16	고리 1호기 계속운전 신청
12	2006. 06. 18	고리 1호기 설계수명 만료
13	2006. 06~2007. 12	고리 1호기 계속운전 안전성평가보고서 심사
14	2007. 12. 11	고리 1호기 계속운전 허가
15	2007. 12. 18	고리 1호기 계속운전 기장군 주민 합의서 체결
16	2007. 12. 21	고리 1호기 계속운전 울주군 주민 합의서 체결
17	2007. 12. 21	고리 1호기 연료 장전
18	2008. 01. 03	고리 1호기 임계 도달
19	2008. 01. 09	고리 1호기 계통병입/ 100% 출력운전
20	2008. 01. 17	고리 1호기 계속운전 재가동 기념행사
21	2011. 03~현재	고리 원전 납품비리 수사
22	2011. 04. 12	고리 1호기 전기계통 고장 및 가동중단
23	2011. 04. 15	울산시의회, 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안 채택
24	2011. 04~2011. 05	부산 북구·남구·연제구·해운대구 의회, 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안 채택
25	2011. 04. 26	부산변호사회, 고리 1호기 가동중지 가처분 신청
26	2011. 07. 27	경남도의회, 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안 채택
27	2011. 09. 19	법원, 고리 1호기 가동중지 가처분 신청 기각
28	2011. 09. 26	부산변호사회, 고리 1호기 가동중지 가처분 항고
29	2012. 02. 09	고리 1호기 전원 공급 중단 사고 및 사고 은폐
30	2012. 03. 07	김수근 부산시의원, 고리 원전에 전원 중단 사고 여부 문의
31	2012. 03. 12	한국수력원자력, 원자력안전위원회·지식경제부에 사고 내용 보고
32	2012. 03. 12	원자력안전위원회, 고리 1호기 가동 중지 명령
33	2012. 03. 13	원자력안전위원회, 고리 1호기 현장 정밀 조사 시작
34	2012. 03. 22	부산시의회, ‘고리원전 1호기 폐쇄 촉구 대정부 건의안’ 채택
35	2012. 05. 30	원전 소재 5개 지역 시·군의회 ‘원전 소재 시·군의회 공동발전협의회’, 노후 원전 폐쇄 요구 등 담은 대정부 공동건의문 채택
36	2012. 06. 04 ~2012. 06. 11	IAEA, 고리 1호기 정밀 안전 점검, ‘발전소 설비 상태가 양호하고 정전사고와 관련해 별다른 문제가 없다’ 결론
37	2012. 06. 28	통합진보당 노회찬 의원 등 20명, 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안 발의
38	2012. 07. 04	원자력안전위원회, 고리 1호기 가동 중지 명령 해제
39	2012. 07. 06	홍석우 지경부 장관 기자간담회, “부산시민 소통 후 고리 1호기재가동”
40	2012. 07. 07	고리 1호기 주민 간담회

### 9.3.3 고리 1호기 주요 사건에 대한 여론 분석

2011년 4월 고리 1호기 전원 공급계통 차단기 고장 이후 고리 1호기 폐쇄를 위한 정치적 움직임이 시작되었다. 2011년 4월과 5월, 울산시의회를 시작으로 부산 북구, 남구, 연제구, 해운대구 의회가 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안을 채택했으며 경남도의회도 7월 이에 동참했다.

그러나 이는 지역적 움직임에 그쳤다. 당시 조선일보, 중앙일보, 동아일보, 한겨레, 경향신문 중 사설을 제외하고 이에 대해 자세히 다룬 기사는 경향신문의 2011년 4월 18일자 기사 「부산·울산·경주… 붓물 터진 “원전 반대”」<sup>205)</sup>와 한겨레의 2011년 4월 22일자 기사 「부산에서 울산까지…꼬리 무는 “고리 원전폐쇄”」<sup>206)</sup>에 그친다.

2012년 초 원전 납품비리와 사고 은폐 관련 기사가 대서특필되며 고리 1호기 폐쇄를 위한 정치적 움직임은 다시 활기를 띄었다. 부산시의회가 ‘고리원전 1호기 폐쇄 촉구 대정부 건의안’을 채택했으며, 원전 소재 5개 지역 시·군의회가 노후 원전 폐쇄 요구 등을 담은 대정부 공동건의문을 채택했다. 무엇보다도 지난 6월 28일 통합진보당 노회찬 의원 등 국회의원 20여명이 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안을 발의한 것은 고리 원전 1호기 문제에서 중요한 족적이다.

이들 국회의원은 결의안 제안 이유에 대해 "우리나라 최초의 원자력발전소인 고리 1호기는 가동 후 지금까지 129회 고장사고가 발생하였으며 이는 우리나라 전체 원전 고장사고의 19.6%에 달할 정도"라고 밝혔다. 노회찬 의원은 이에 더해 "고리 1호기가 준공될 때 현대건설의 대표이사가 지금의 대통령"이라면서 "이명박 대통령이 원자력발전소를 짓는 건설회사 사장의 시각과 철학으로부터, 그 타성으로부터 벗어날 것을 강력히 요구한다"며 날을 세우기도 했다.<sup>207)</sup>

부산일보는 2012년 6월 25일자 신문에서 "이런 가운데 통합진보당, 민주통합당 등 야당을 중심으로 정치권이 본격 가세하면서 고리 1호기의 존폐(재가동·폐쇄) 문제는 대통령의 정치적 결단이 없는 한 결국 19대 국회의 '손'에 좌우될 가능성이 높아졌다."라고 전망했다. 또한 "관건은 19대 국회의 절반을 점한 여당인 새누리당의 향배다. 25일 현재까지 고리 1호기 폐쇄 촉구 결의안 서명작업에는 통합진보당, 민주통합당 등 야당이 중심에 서 있으며 새누리당 의원들은 대부분 동참하

205) 백승목, 권기정, 최승현, 「부산·울산·경주… 붓물 터진 "원전 반대"」, 경향신문, 2011.04.18

206) 이수윤, 신동명, 「부산에서 울산까지…꼬리 무는 "고리 원전폐쇄"」, 한겨레, 2011.04.22

207) 박진홍, 이현정, 「정치권·법조계·시민단체 '안전성 확보' 최대 이슈 부상…안전성 논란 진행상황은」, 부산일보, 2012.07.05

지 않고 있는 것으로 전해졌다.”라며 결의안의 향방을 예상했다. 결의안이 국회 본회의에서 채택(통과)되려면 투표 의원의 과반 동의(찬성)를 얻어야 하고, 국정조사는 4분의 1의 동의가 필요하다.<sup>208)</sup>

고리 1호기 폐쇄를 위한 법적 움직임의 시발 역시 2011년 4월 발생한 고리 1호기 전원 공급계통 차단기 고장이다. 부산변호사회에서는 고리 1호기 가동중지 가처분 신청을 했다. 그러나 법원은 가처분 신청을 기각했고, 부산변호사회에서는 이에 대해 항고했다. 이러한 사건에 대해 보수, 진보 언론 모두 고리 1호기의 안전성에 대한 확실한 보장과 원전 고장 사고 발표에 투명성이 있어야 한다는 점을 강조했다.

그러나 고리 1호기의 가동 중지 여부에 대해서는 상이한 태도를 보였다. 보수 언론 측에서는 고리 1호기의 재가동 여부에 대해 신중을 기해야 한다는 점을 피력했다. 대표적 보수언론인 동아일보의 기사에 따르면, 후쿠시마 원전 사고를 계기로 국내 원전 주변에 거주하는 주민들이 안전을 걱정하는 것은 이해할 수 있지만 운전 여부를 여론재판 식으로 몰아가 결정하는 일은 없어야 한다고 강조하고 있다.<sup>209)</sup> 이에 반해 진보 언론 측에서는 노후 원전의 위험성을 경고하며 폐로를 해야 한다고 주장했다. 대표적 진보언론인 한겨레의 기사에 따르면, 고리 1호기의 호안 방호벽은 해일과 지진의 무방비 상태이며, 우리나라 원전 전체 사고의 20%가 고리 1호기에서 발생했다는 점을 지적하며, 안전성 점검 보다는 안전한 해체를 위한 계획 마련에 힘을 쏟아야 한다고 밝혔다.<sup>210)</sup>

4차 심리중인 고리 1호기 가동중지 가처분 신청의 항고심은 2012년 3월 이후 새로운 국면을 맞이했다. 2011년 가처분 신청 기각 사유는 “고리 1호기에서 방사능 재해가 발생할 개연성이 있다는 소명 자료가 없으며 한수원이 잠재적인 위험요인에 대한 기술적 통제를 적절하게 수행하고 있다고 인정된다”는 것이었다. 그러나 2012년 2월 고리 원전에서 ‘스테이션 블랙아웃’사태가 발생한 사실이 알려지며 이러한 기각 사유에 대한 반론이 가능해졌다. 가처분 항고를 이끄는 부산변호사회의 강동규 변호사는 부산일보와의 인터뷰에서 “이번 사고 자체가 고리원전 1호기의 부실한 안전성을 입증하는 소명 자료 아니겠습니까?”라고 말하며 기대를 보였다.<sup>211)</sup> 일부 언론 역시 2012년 3월 이후 고리 원전 1호기에 대한 급격한 여론의 반전과 더불어 항소심의 결과를 낙관하기도 했다.

208) 송현수, 「고리 1호기 폐쇄 · 국정조사 결의안 전망은」, 부산일보, 2012.06.25

209) 「[사설]고리 원전 운전 여부, 여론재판 말라」, 동아일보, 2011.04.14, <http://news.donga.com/3/all/20110414/36398664/1>

210) 「[사설] 고리 1호기, 판건은 안전점검이 아니라 해체다」, 한겨레, 2011.04.18, <http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/473592.html>

211) 권상국, 「[고리원전 1호기 법 심판대 세운 두 사람] 가동중지 가처분 항고심 앞둔 강동규 변호사」, 부산일보, 2012.03.21

고리 1호기 사고 은폐에 관한 여론은 매우 부정적이었다. 보수, 진보 언론 할 것 없이 은폐 사실에 대해 강한 문책성 기사를 쏟아냈다. 이에 대한 자체적 분석 기사도 많이 보고되었다. 조선일보는 2012년 3월 15일 사설을 통해 “고리 1호기 근무자 전원이 사고 은폐에 가담 또는 동조한 것은 조직의 실책과 허점을 밖에 노출하지 말자는 공모 분위기가 강했기 때문”이라고 지적했다. 또한 “고리 원전에 원안위 직원 4명이 있었음에도 불구하고, 사고 한 달이 지나도록 사고에 대해 한마디도 듣지 못했다는 것에 대해 그 진위여부가 의심스럽다”라고 밝혔다.<sup>212)</sup>

한겨레는 2012년 3월 15일 사설을 통해 “후쿠시마 원전 사태 1주년을 맞아 원전에 대한 불안감이 커진데다 핵안보정상회의가 코앞으로 다가오자 무턱대고 ‘고장 제로’를 만들라고 몰아붙인 무리수가 당일 현장에서 사고를 지켜본 직원이 수십 명임에도 불구하고 한 달 넘게 비밀에 부쳐지는 어처구니없는 사태를 낳았다”라고 지적했다.<sup>213)</sup>

그러나 원전 재가동 여부에 대해서는 보수와 진보 양 측의 의견이 엇갈렸다. 동아일보는 3월 15일자 사설에서 원전 당국은 안전수칙 및 보고의무 위반 여부를 철저히 조사해 관련자를 엄하게 문책해야 하지만, 고리1호기의 가동여부에 대해서는 전문가의 구체적인 검토를 거쳐 신중하게 결정해야 한다고 밝혔다.<sup>214)</sup> 반면, 한겨레는 3월 19일, 고리 원전 1호기는 사고 은폐에 이어 부실점검 의혹, 부품 노후화 등 문제점이 줄줄이 드러난 만큼 재가동해서는 안 된다는 내용의 사설을 실었다.<sup>215)</sup> 29일자 사설에서는 4.11 총선을 앞두고, 이번 선거는 유권자들이 시민들의 생명과 안전을 불모로 한 원전정책을 계속 유지할 것인지 선택할 기회이며, 탈원전으로 가려면 원전에 대한 각 정당의 공약 등을 면밀히 살펴 투표해야 한다고 독려하기도 했다.<sup>216)</sup>

이후, 고리 원전을 비롯한 월성 원전, 영광 원전 심지어 한수원까지 원전 부품 납품 비리 사건이 터지면서 고리 1호기에 대한 재가동 반대 여론은 극에 달했다. 이 사건에 대해 당시 경향신문의 기사에 따르면, 원전 부품 비리는 원전의 안전성과 직결된다는 점에서 결코 예사롭게 여길 사안이 아니라는 것을 지적하며, 이는

212) 『사설』 지금 원자력계 풍토론 원전 안전성 신뢰 못 받아, 조선일보, 2012.03.15  
<http://news.chosun.com/site/data/html-dir/2012/03/15/2012031502796.html>

213) 『사설』 후쿠시마 비극 보고도 원전 사고 숨길 생각 하다니, 한겨레, 2012.03.15  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/523680.html>

214) 『사설』원전 사고 은폐한 책임자 영전시킨 한수원, 동아일보, 2012.03.15  
<http://news.donga.com/3/all/20120315/44777258/1>

215) 『사설』 비상발전기 먹통인 상태에서 원전 재가동했나, 한겨레, 2012.03.19  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/524151.html>

216) 『사설』 공포의 고리 원전 1호기, 선거로 폐기해야, 한겨레, 2012.03.29  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/525884.html>

국민에게 원전의 안전성에 대해 더 큰 불안감을 가지게 한다고 밝혔다.<sup>217)</sup> 이에 덧붙여 한겨레에서는 원전 사고로 방사능 누출 시 주민 안전을 위한 비상계획구역마저 한국은 형식적이었다고 지적했다. 원전 노후화, 납품 비리, 관리 부실로 말미암아 우리 원전의 사고 가능성은 그 어느 나라보다 높다는 점을 강조하며<sup>218)</sup>, 고리 1호기의 폐쇄를 주장했다.

원자력안전위원회는 정전 은폐 사고로 3월 13일부터 가동을 정지시켰던 고리 원자력 발전소 1호기에 대해 7월 4일 재가동을 승인했다. 고리 1호기는 사고 당시 사고 사실을 은폐한 것과 한수원 비리 사건이 얽혀서 원자력 발전소 논쟁의 중심이 되었다. 이러한 고리 1호기에 대해 재가동 결정을 내린 것이 다시 한 번 원자력 발전소 찬반 논쟁을 불러 일으켰다.

심지어 이와 관련해 지경부와 원안위가 발표를 앞두고 보도자료에 넣을 표현을 놓고 미묘한 의견 차이를 보이기도 했다. 지경부는 “국민 불안을 불식하기 위해 ‘재가동 승인’이라는 명쾌한 용어를 쓰는 게 좋겠다”는 의견을 냈다. 반면 고리 1호기 사고 당시 강창순 원안위원장이 “1호기를 폐쇄하고 싶은 마음이 전혀 없다”고 말해 중립성 논란을 빚었던 원안위는 반대 여론을 의식해 ‘정지명령 해제’라는 조심스러운 표현을 쓰자고 했다. 결국 양측은 발표 때 두 용어를 모두 사용하는 방향으로 의견을 조율한 것으로 알려졌다.<sup>219)</sup> 이렇듯 이번 고리 1호기 재가동 승인은 사회적으로 굉장히 조심스러운 문제이다.

환경단체와 지역주민들은 고리 1호기 재가동 절차가 졸속으로 진행됐으며 반발했다. 이러한 반발이 앞으로 더욱 거세질 것으로 예상되고 국회에서도 논란이 빚어질 것으로 전망된다. 언론에서 보도되는 기사, 사실, 칼럼을 분석해보아도 많은 논란이 있다는 것을 알 수 있다. 한겨레는 7월 4일 기사를 통해 “고장이 잦을 뿐 아니라 핵심인 원자로의 안전성에 심각한 문제가 있다는 지적을 받아온 1호기를 시능만의 안전점검을 거쳐 졸속으로 재개 결정을 내렸다.”<sup>220)</sup>라고 밝혔다.

또한 “고리 1호기의 압력용기를 사람으로 치면 골다공증에 걸린 상태”<sup>221)</sup>라고 지적하며 “우리나라 전체 전력생산량의 1%도 되지 않는 전력을 생산하기 위해 5000만 국민의 목숨을 담보로 한 도박 행위”<sup>222)</sup>라고 하였다. 경향신문은 “고리원

217) 『[사설]원전 납품 비리 과연 끝은 어디인가』, 경향신문, 2012.05.01, <http://news.khan.co.kr/kh-news/khan-art-view.html?artid=201205012107355&code=990101>

218) 『[사설] 비리에 구멍 뚫린 한국 원전, 비상구마저 부실하다』, 한겨레, 2012.04.26 <http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/530119.html>

219) 『고리원전 1호기 재가동 4일 승인』, 동아사이언스, 2012.07.04., <http://news.donga.com/3/all/20120704/47509626/1>

220) 『골다공증 고리 1호기 재가동 안된다』, 한겨레, 2012.07.04., <http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/541008.html>

221) 『골다공증 고리 1호기 재가동 안된다』, 한겨레, 2012.07.04., <http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/541008.html>

전 1호기 재가동 아니라 재검토 필요하다”<sup>223)</sup>라고 지적하며 이번 점검이 주민 불안과 불신을 해소하기는커녕 오히려 증폭시켰다고 주장했다. 또한 고리 1호기에 대해 “안전성 문제는 새삼 거론할 필요도 없는 ‘사고 원전’이지만 더 큰 문제는 ‘은폐 원전’이다”라고 주장했다.<sup>224)</sup>

이들 반대 여론은 한수원이 국회와 시민단체 등의 강력한 요구에도 불구하고 2007년 수명 연장을 결정한 근거인 안전성 평가와 관련한 3가지 보고서를 공개하지 않고 2월 정전사건도 은폐한 상황에서 고리 1호기가 안전하다는 평가가 믿을 수 없는 기관들에게서 내려졌다면 그 결과에 대해서도 신뢰할 수 없다는 반응이다.

동아 일보의 경우 지난 2월 사고의 은폐가 국민의 의혹과 불신만 더 키웠다는 것에 동의하는 입장이다. 하지만 IAEA가 안전진단을 통해 “안전 문화에 문제가 있지만 발전소 설비 상태는 양호하다”<sup>225)</sup>는 판단을 내린 것을 인용하며 곧바로 운영을 재개하지는 못하겠지만 고리 1호기의 안전성을 불신하는 여론을 설득한 뒤 재가동에 들어가야 한다고 주장했다.

중앙일보의 경우 오히려 환경단체와 지역주민들이 무조건적으로 반대하는 것에 문제가 있다고 지적하였다. IAEA의 특별 점검 결과 문제가 없다고 결론 내렸으면 그대로 수용하는 게 옳다는 것이다.<sup>226)</sup> 또한 “현재 우리나라는 원전을 수출하고 있으며 건설과 운영 능력의 우수성은 인정받고 있다”<sup>227)</sup>라며 “원전은 절대 포기할 수 없는 주 에너지원이다. 손가락 하나 아프다고 건강한 손을 잘라낼 수는 없으며, 빈대 한 마리 없애려고 초가삼간을 다 태울 수는 없다”<sup>228)</sup>라고 지속적인 원자력 정책의 추진을 주장했다. 그러나 가동 시기에 대해서는 조심스러운 반응을 보이며 “아무리 안전하다고 해도 반대가 여전하다면 가동 시기는 늦추는 게 맞다”<sup>229)</sup>라고 지역 주민과 충분히 소통하고 설득하여 안전에 대한 의구심을 해소시킨 뒤 재가동 하는 것이 옳다는 의견을 게시했다.

222) 『고리1호기 재가동 허용...환경단체·주민 "졸속 결정"』, 한겨레, 2012.07.04., <http://www.hani.co.kr/arti/society/society-general/541054.html>

223) 『[사설]고리원전 1호기 재가동 아니라 재검토 필요하다』, 경향신문, 2012.07.04., <http://news.khan.co.kr/kh-news/khan-art-view.html?artid=201207042103535&code=990101>

224) 『[사설]고리원전 1호기 재가동 아니라 재검토 필요하다』, 경향신문, 2012.07.04., <http://news.khan.co.kr/kh-news/khan-art-view.html?artid=201207042103535&code=990101>

225) 『고리원전 1호기 재가동 4일 승인』, 동아일보, 2012.07.04., <http://news.donga.com/3/all/20120704/47509626/1>

226) 『[사설] 고리원전, 최대한 주민 설득한 후 재가동해야』, 중앙일보, 2012.07.05., <http://joongang.joinsmsn.com/article/aid/2012/07/05/8291023.html?cloc=olink|article|default>

227) 『[시론] 사고 은폐로 잃은 원전 신뢰』, 중앙일보, 2012.07.04., <http://article.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total-id=8653106&cloc=olink|article|default>

228) 『[시론] 사고 은폐로 잃은 원전 신뢰』, 중앙일보, 2012.07.04., <http://article.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total-id=8653106&cloc=olink|article|default>

229) 『[사설] 고리원전, 최대한 주민 설득한 후 재가동해야』, 중앙일보, 2012.07.05., <http://joongang.joinsmsn.com/article/aid/2012/07/05/8291023.html?cloc=olink|article|default>



## 9.4. 사용후핵연료 중간 저장 방안 결정에 대한 고려 요인 (분석)

사용후핵연료 중간관리 이슈는 원전 산업의 새로운 국면을 맞고 있는 우리나라의 원자력 관리 역량을 시험하는 형국이다. 후쿠시마 이후 '원전 르네상스'라는 표현은 일단 빛이 바랬으나, 그렇다고 원전 산업의 조기 쇠퇴를 예단하는 것도 불확실성이 크다. 원전 산업의 장기성과 자본집약적 성격, 그리고 기후변화 대응, 화석 에너지 가격 상승과 고갈 위협 등의 요인이 복합적으로 작용할 것이기 때문이다. 요컨대 증가일로인 전력 수요를 대체할 만한 에너지원을 조기에 확보할 수 없는 상황에서 원자력 산업의 비중이 급속히 감소할 가능성은 크지 않다. 다시 말해서 원전 산업의 관리 역량의 중요성은 지속될 것이다.

일부 국가의 탈원전 정책에도 불구하고 원전 확대가 현실화되는 경우, 원전 선진국들은 몇가지 장애요인을 갖고 있는 것으로 되고 있었다. 원전 인력의 부족, 민간 부문의 자본 조달 한계, 정부 보증 요구, 해외 진출에서 빚어지는 인허가 관련 분쟁 등이 대표적이다. 우리나라는 그동안 지속적 건설 경험으로 기술력이 축적되어 단축된 공기와 우수한 경제성으로 경쟁력을 갖추었다는 평가를 받고 있었다. 이러한 상황에서 사용후핵연료 중간관리 정책을 결정해야 하므로, 합리적이고 신중한 정책 추진에 의해 사회적 갈등을 최소화하는 관리 역량의 발휘가 중요하다.

사용후핵연료의 중간저장 시설을 건설하는 데 있어서는 무엇보다 안전이 가장 중요한 기준이 되어야 한다. 안전이 보장되지 않은 상황에서 다른 논의를 진행하는 것은 무의미하기 때문이다. 안전을 보장할 수 있는 제도적, 법적 틀이 짜이고, 안전 기준 내용이 채워져야 하고, 안전 기준의 준수에 대한 신뢰가 확보되어야 한다.

### 9.4.1 사용후핵연료 저장수조 냉각 문제

그동안의 원자력 안전 관리는 원자로 노심의 안전에만 치우쳤던 것이 사실이다. 그러나 후쿠시마 사고로 사용후핵연료에 대한 문제가 다시 제기되었다. 원자로에서 생성되는 사용후핵연료는 원전 내 임시 저장수조에서 냉각된다. 저장수조의 물은 펌프에 의해 저장수조와 열교환기 사이를 순환하면서 사용후핵연료에서 나오는 열을 없애주는 역할을 한다. 후쿠시마 원전 사고 당시, 지진과 쓰나미로 원전으로 공급되던 전원과 비상전원까지 끊어, 저장수조의 물을 순환시키는 펌프가 멈추게 된 것이다. 이에 따라 저장수조의 물이 끓는점에 다다르게 되고 증발되어 저

장수조의 수위가 낮아지면 최악의 경우 사용후핵연료가 공기 중에 노출될 수 있게 된다. 이렇게 되면 사용후핵연료 손상뿐만 아니라 다량의 방사선이 외부로 방출될 수 있는 아주 위험한 상황에 처하게 될 수 있다는 것이다. 다행히 사고 이후, 원자로의 온도가 섭씨 100도 미만에서 유지되는 ‘냉온 정지’상태에 달한 상황이다.

이에 따라 후쿠시마 원전 사고 이후, 사용후핵연료의 안전성이 화두로 떠오르면서 저장수조의 냉각 기능 상실 등의 사고 대비책 마련 또한 시급한 문제로 떠올랐다. 이에 따라 예기치 못한 전원 중단에 대비하기 위해 소방차나 여분의 물 공급원을 마련하는 등의 대책 마련이 필요할 것이라고 보고 있다. 또한 원자력 시설의 안전점검을 철저히 수행하고, 여러 시나리오에 따른 사용후핵연료의 거동을 미리 파악하여 각각에 대한 대비책을 마련해야 한다.

후쿠시마 원전 사고 이후, 국내 원자력 시설의 안전 점검 결과, 설계기준사고 상황에서도 사용후핵연료 저장수조는 냉각기능을 유지함을 확인하였다. 그러나 설계 기준을 초과한 극한의 자연재해 상황에서도 안전성을 유지할 수 있는 대책을 마련하고 추진해야 할 것이다. 현재 국내 원전의 경우 극한의 사고로 소내 전원이 완전히 상실된 경우에도 디젤 구동 소화수펌프나 소화전, 소방 호스 등을 이용하여 외부로부터 냉각수를 공급받을 수 있는 대책이 제시된 상태이다.

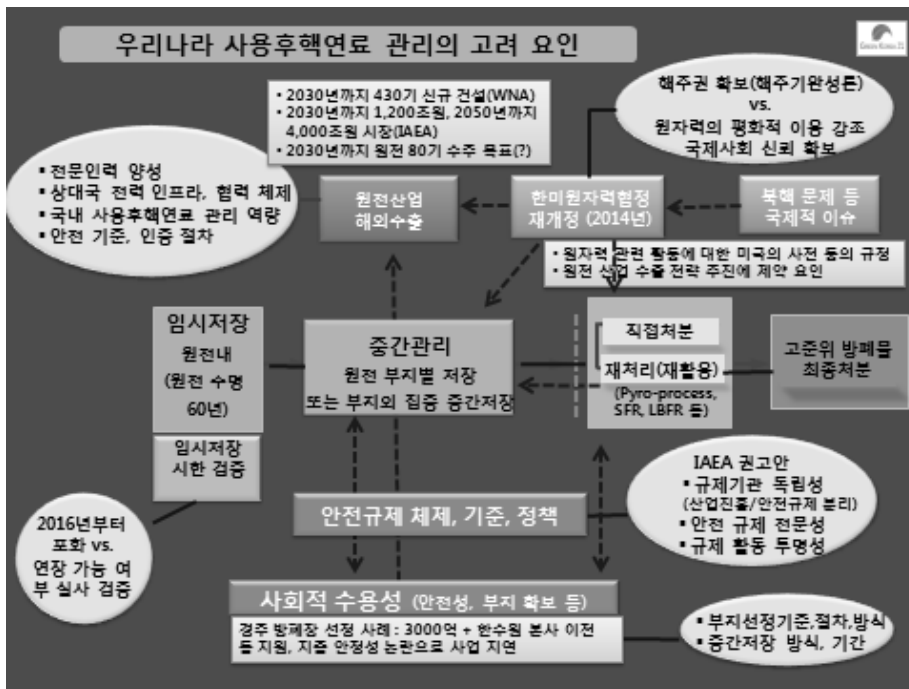
## 9.4.2 부지 내 중간저장

부지 내 중간저장을 할 경우에도 문제점은 있다. 부지 외 집중 중간저장 방식을 전제로 체제가 구축된 상태에서 시간적 문제로 방침을 바꿔 부지 별로 부지 내 중간 저장하는 경우에는 부지 경계 재설정, 운영 변경 허가 등 법적 조정이 관건일 것이다. 이 외에도 CANDU 중수로의 사용후핵연료는 이미 ‘원전 관계시설’(원자력법 제2조 제5호)로 중간저장하고 있으나 PWR의 사용후핵연료는 별개의 트랙으로 관리하는 경우, PWR의 집중식 중간저장의 부지 선정과 CANDU의 최종 처분장 부지 선정 두 가지를 잇달아서 진행하게 될 가능성이 있다는 것도 고려해야 할 것이다.

사용후핵연료의 중간 저장 시설 건설의 시한은 저장조의 포화시기와도 연관된다. 저장수조의 포화시기를 고려해 완공 시기를 결정하는 것이 불가피하다. 그런데 그동안 우리나라 원전별 저장조의 포화 시기는 여러 차례 바뀌고 있었다. 물론, 외국에서 하고 있듯이, 수조 내 사용후핵연료의 저장대를 추가하고 교체하는 등 조밀 저장 방식으로 용량을 확충하면서 포화시기를 늦추는 것이 가능했다. 그러나

이런 확충 방식에 의한 용량 산정까지 포함되는 계산이 나왔더라면 포화 시기 변동은 큰 폭으로 일어나지는 않았을 것이다. 조밀 저장은 원전 선진국에서 지금껏 쓰고 있던 방식이었으나, 후쿠시마 이후 조밀 저장대의 설치 또한 사고의 원인과 결부될 정도로 민감한 사안이 되고 있다. 몇 년 뒤에 사용후핵연료 중간 저장의 부지 외 집중식 시설을 건설한다는 종전의 계획은 원안대로 실현될 가능성이 없다고 보는 게 옳다.

우리나라의 사용후핵연료 중간관리 방안 결정은 더 이상 미루기가 곤란한 실정이다. 조밀저장과 이송저장 등의 방식을 동원하여도 2024년이면 국내 원전 부지 내 임시저장수조가 포화되는 점을 생각한다면 한시 급히 중간관리 방안(부지 외 집중식 또는 부지 내 분산저장)을 결정지어야 하는 상황이다. 그러나 이러한 결정에는 여러 가지 고려 사항과 한계 조건들이 있는 것이 사실이다[그림 62]<sup>230)</sup>. 대표적으로 우리나라는 아직 사용후핵연료 최종관리 방안을 결정할 수 있는 국제적, 기술적 여건이 부족한 상황에서 중간저장 방안을 결정해야 한다는 점이다.



[그림 62] 우리나라 사용후핵연료 관리의 고려요인

230) 김명자, 「사용후핵연료 관리 정책 공론화」, 한국과학기술자협회 이슈토론회, 2011.12.01

### 9.4.3 방사성 폐기물 관리 쟁점

후쿠시마 원전 사고로 인해서 사용후핵연료 저장에 대한 안전도에도 우려가 제기되고 있다. 인시저장 소조에도 사고가 번졌기 때문이다. 지금까지 우리나라의 방사성 폐기물 관리 정책은 어떻게 변화되어 왔는가? 우리나라의 방폐물 관리 정책은 사회적 수용성 확보와 일관성의 측면에서 무제를 드러냈다. 1986년에 원자력 위원회를 통해 발표된 계획에 따르면, 고준위와 중저준위 방사성 폐기물 영구 처분장은 모두 1990년에 1995년 사이에 한 곳에 완공되는 것으로 되어 있었다.

그러나 정책 추진은 장기간 표류하다, 1988년에 사용후핵연료의 중간 저장 시설을 10년 이내에 완공한다는 계획이 발표된다. 원전 부지와는 별개로 독립된 부지를 선정하여 중앙 집중식 중간 저장 시설을 건설한다는 것이었다. 그동안 원전 부지 별로 관리하고 있던 사용후핵연료 관리 정책에서 한 단계 나아간 정책이었다. 그리하여 1989년에는 국가 차원의 방사성 폐기물 관리 원칙이 수립되고, 동해안에 별도 부지를 선정해 중앙 집중식 영구 폐기물 처분장을 건설한다는 정책 방향이 제시되었다. 그러나 1990년과 1991년, 중저준위 방폐장과 고준위 사용후 핵연료 저장 시설을 분리해서 건설키로 한다는 정책과 다시 기존의 방침대로 동일 부지 내에 두 가지를 함께 건설한다는 정책이 번복된다. 그러다가 2004년 말, 원자력위원회는 중저준위 방폐장을 우선 건설하는 분리 건설안을 발표한다. 그렇다면 이러한 정책 변화는 어떻게 평가될 수 있을까?

우리나라의 방사성 폐기물 관리 계획은 선진국에 비해 단기적이었다. 당초 1980년대의 계획대로라면, 우리나라는 1990년대가 끝나기 전에 중저준위 폐기물 영구 처분장은 물론 고준위 사용후핵연료의 영구 처분장까지 해결했어야 한다. 사용후 핵연료 관리에서도 중간 저장 단계가 아니라 최종 처분을 다루고 있었다. 고준위와 중저준위 방사성 폐기물 영구 처분장 건설을 10년 내에 완성하는 계획이 일관되게 추진되고 있었는데, 현실은 앞으로 몇 년이 걸릴지 알 수가 없다. 1991년에 발표된 자료를 보면 원전별 임시 저장조의 포화 시점은 각각 고리 1992년, 울진 1993년, 영광 1997년, 월성 2020년이였다. 포화 시점에 바로 몇 년 앞서 집중식 방폐장 건설 사업 계획을 추진하고 있었다는 뜻인데, 중간 저장 시설도 아닌 영구 처분장 부지를 선정하면서 이렇듯 단기적으로 접근하는 계획은 그 유례를 찾기 힘들다.

방사성 폐기물 중간 저장 시설이나 영구 처분장 건설에 관련되는 정책 사업이 얼마나 장기간 소요되는 사업인지는 해외 사례가 말해준다. 2010년 기준 세계에서 원전을 운영하고 있는 30개국 가운데, 현재 원전 부지 외부에 별도의 부지를 선정

해서 고준위 방사성 폐기물의 중간 저장 시설을 설치 운영하고 있는 스웨덴, 핀란드, 스위스의 사례가 그것이다. 물론 이들 국가의 경우에도 당초 계획과 실행 사이에는 큰 격차가 있었다. 그러한 시행착오가 있음에도 여전히 단기간에 해결할 수 있다고 보는 시각은 교정되어야 한다.

고준위 방사성 폐기물의 영구 처분장 부지 선정에 성공한 스웨덴의 경우, 1976년 관련 법령을 제정한 뒤 1977년부터 부지 조사 연구에 들어가, 민주적이고 투명한 절차를 거쳐 2009년에야 부지 선정의 결론을 내렸다. 게다가 영구 처분장 시설의 완공은 2020년으로 잡혀 있다. 즉 스웨덴에서 고준위 영구 처분장이 건설되기까지는 계획을 세우고 지역 사회의 협의를 거쳐 건설에 이르기까지 장장 40여년이 걸렸다는 뜻이다. 중저준위 방폐물의 영구 처분장 건설은 이보다는 훨씬 짧았으나, 10년이 넘게 소요됐다. 앞서 보았던 핀란드 올킬루오토 고준위 방사성 폐기물 최종 처분장의 경우에도 별로 다르지 않다. 부지 조사(1983년)부터 선정 결론(1999년)까지 15년이 걸렸고, 2020년경에나 가동할 예정이므로 완공까지는 추가로 25년 이상이 소요되는 대장정이다.

그러나 우리나라는 중저준위 처분장을 짓는 데만 20년이 걸렸고, 정작 중요한 사용후핵연료 처리 문제는 해결 짓지 못했다. 또한 중저준위와 고준위를 동일 부지에서 함께 처리한다는 오랫동안의 정부 방침을 바꾼 것은 결과적으로 더 큰 부담을 뒤로 미룬 결과가 됐다. 왜냐하면, 고준위 방폐물의 중간 저장 시설을 독립된 부지에 설치하는 경우 나중에 최종처분 부지를 다시 선택해야 할 가능성도 있기 때문이다. 과거 중저준위 방폐장의 처분 부지를 별도로 선정했던 전례가 있었기에 이 점이 더욱 우려되는 바이다. 게다가 이 좁은 국토에서 뿔뿔이 분산된 처리장들로 사용후핵연료를 이송해야 한다면 후손에게는 참으로 엄청난 부담이 될 것이다.

## 9.5. 사회적 합의 도출을 위한 공론화

정책 결정은 앞서 살펴본 다양한 가능성을 열어 놓고 기술적, 사회적 공론화를 거쳐 합의를 이루는 방식으로 진행되어야 할 것이다. 무엇보다도 사회적 합의 도출의 과정과 절차, 기본 원칙을 바로 세우는 것이 중요하다. 사용후핵연료 관리는 가장 민감한 기술공학적, 사회 가치적 이슈를 다루는 문제이므로 전문가 그룹의 합의와 공감대 형성으로 과학적 근거를 도출하고, 그것을 바탕으로 사회적 의사결정과정의 민주성, 합리성, 효율성을 극대화하는 방향으로 합의를 이끌어내야 할

것이다.

사용후핵연료의 재활용 또는 직접처분 등의 최종관리에 대한 국가 정책을 결정하기 위해서는 기술적 측면뿐만 아니라 국제적 환경의 여건이 무르익어야 한다. 지역사회 합의 등 사회적 수용성 확보의 국내 정치적, 사회적 조건의 충족은 기본이다.

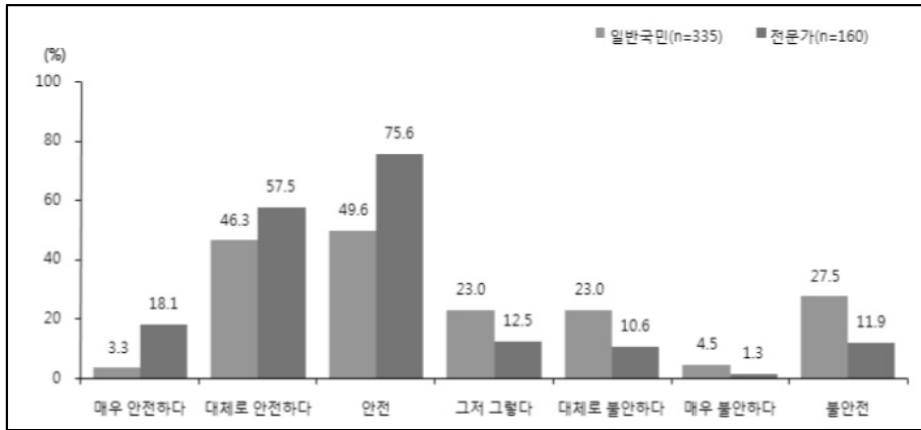
### 9.5.1 원전 안전에 대한 공학적 안전 기준과 지역 사회의 안전 인지의 차이

핵시설과 관련된 인지 위험의 특징은 원자력 산업과 관련해 여론을 조성하는 것에 부정적인 영향을 준다는 것이다. 대중의 눈높이에서는, 그리고 핵시설에서 멀리 있는 개인 사이에서는, 대중문화와 대중 매체가 이러한 문제점의 인지도에 영향을 주고 원자력 리스크에 관한 인식이 여론에 미치는 영향을 확대시키는 역할을 한다. 그러나 원자력 리스크 커뮤니케이션에서 원자력계는 흔히 다양하고 복잡한 대중을 이해하지 못하곤 한다. 그리고 이에 대한 결과로 대중은 과학을 이해할 수 있도록 접근하기 쉬운 방법을 제공받지 못하고 있다.

원자력 산업은 타당한 과학적 기술적 이유를 들어 수치학적인 리스크 평가과정을 강조하고 있다. 그러나 이것은 인지 리스크의 맥락적인 특성을 인정하거나 수용하지 못하는 실패를 초래한다. 특히 원자력 분야에서 과학적, 기술적인 리스크 평가를 문화적 맥락과 지역의 일상생활의 리듬에 스며들어 있는 인지 리스크와 관련된 질적인 요소를 결합하는 면에서 취약하다는 평가를 받고 있다. 231)

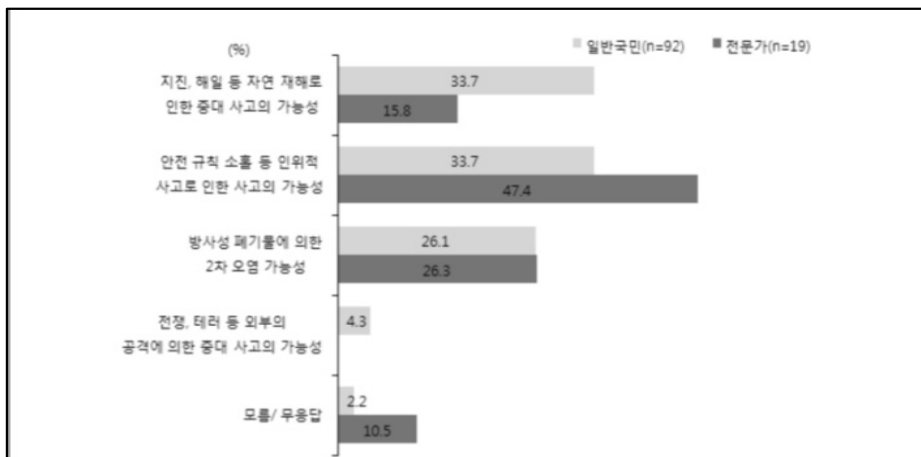
과학기술정책연구원(STEPI)이 2011년 12월에 '원전 관련 대국민 인식 설문조사' 결과를 발표하였다. 설문조사는 2011년 11월에 원자력 관련 전문가 160명, 일반 국민 335명을 대상으로 실시해, 전문가 집단과 국민의 인식과 견해의 차이를 조사하였다. 결과에 따르면, 일본 후쿠시마 원전 사고 이후 우리나라 원전 안전에 대해 조사한 결과, 일반 국민은 과반수 정도(49.6%)가, 전문가 집단은 75.6%가 '안전하다'고 인식하였다. 또한 '불안하다'고 인식한 일반 국민도 27.5%로 상당수 차지하였다. 전문가 집단을 전공별로 살펴볼 때, 원자력관련 전공자는 대다수(96.7%)가 '안전하다'고 인식하고 있는데 비해 에너지 전공자나 기타 과학기술계 전문가 집단은 약 70%가 '안전하다'고 인식하고 있는 것으로 나타났다[그림 63].

231) Risk perception and energy infrastructure, 2011, www.parliament.uk



[그림 63] 원자력 안전에 대한 전문가와 일반국민의 인식

원자력 발전에 대한 불안 원인으로 일반 국민은 ‘지진, 해일 등 자연재해로 인한 중대사고의 가능성’(33.7%)과 ‘안전 규칙 소홀 등 인위적 사고로 인한 사고의 가능성’(33.7%)을 먼저 꼽았다. 뒤이어 ‘방사성 폐기물에 의한 2차 오염 가능성’(26.1%)으로 응답하였다. 반면 전문가 집단은 ‘안전 규칙 소홀 등 인위적 사고로 인한 사고의 가능성’(47.4%)을 가장 우선적으로 지적하였다[그림 64].

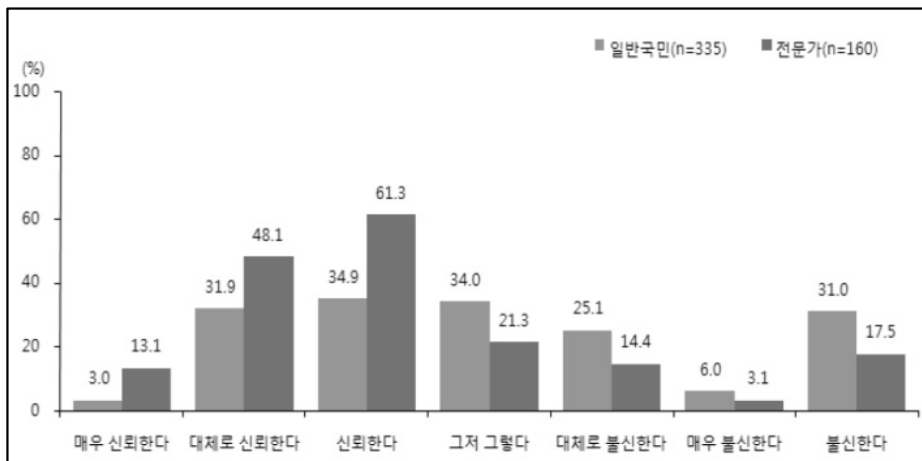


[그림 64] 전문가와 일반인이 인식하는 원자력 발전 불안 원인

후쿠시마 원전 사고 이후 정부의 안전 진단과 안전성 향상을 위한 정부의 대응 조치에 대해 일반 국민의 의견은 ‘미흡했다’(38.2%)는 답이 ‘적절했다’(36.1%)보다

많은 것으로 나타났다. 그러나 일반 국민과는 달리 전문가 층은 '적절했다'(54.4%)라는 의견이 과반수를 차지하였다. 또한 정부의 원전 안전진단 결과에 대해서도 일반 국민은 '신뢰한다'(34.9%)라는 응답만큼 '불신한다'(31.0%)라는 응답 비율도 비슷하게 나타났으며, 전문가 집단은 '신뢰한다'(61.3%)라는 응답한 비율이 가장 높았다. 정부의 원자력 발전 비중 증가 계획에 대해서는 일반국민은 46.6%, 전문가 층은 70.6%가 '동의한다'라고 응답하였으며, 반대한다는 의견에 있어서는 일반국민의 35.2%, 전문가는 24.4%로 일반 국민이 전문가 보다 약 11%정도 더 높게 나타났다.

설문 조사 결과, 일반 국민들과 전문가들의 원전 안전에 관한 체감도가 크게 차이가 있음을 확인할 수 있다. 원자력 전문가들의 경우 원자력에 대한 이해가 큰 만큼 원자력과 정부에 신뢰가 높았지만, 일반 국민들의 경우는 원전 안전성에 대한 우려도 적지 않으며 정부에 대해서도 신뢰가 높지 않는 것으로 조사되었다. 이는 정부의 후쿠시마 원전 사고 후 정부에서 시행한 원전 안전 진단 결과에 대한 신뢰성 평가에서도 나타난다. 정부가 발표한 원전 안전진단에 결과에 대해 국민의 '신뢰한다'(34.9%)라는 대답과 전문가의 '신뢰한다'(61.3%)대답에 많은 차이가 남을 볼 수 있다[그림 65].

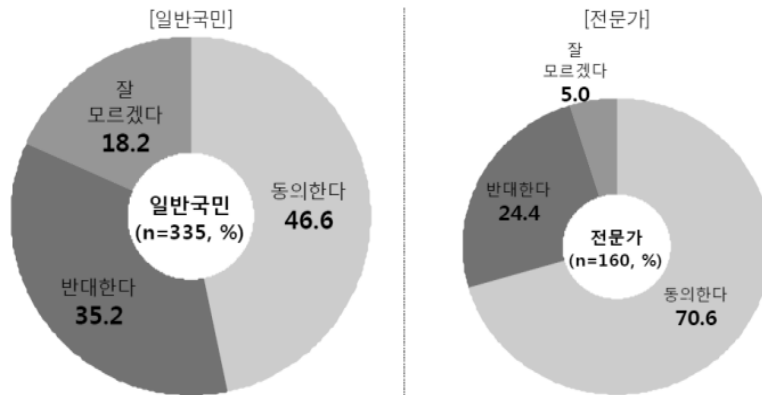


[그림 65] 정부 발표 원전 안전진단 결과에 대한 전문가와 일반국민의 신뢰

이러한 원자력 시설 안전에 대한 전문가의 공학적 안전기준과 대중들의 사회적 안전 인지의 차이, 그리고 정부에 대한 불신은 원전 정책에 큰 영향을 끼칠 것이다. 실제로 향후 전력의 안정적 공급을 위한 정부의 원자력발전 비중 증가



계획에 대해 일반 국민은 46.6%, 전문가 층은 70.6%가 '동의한다'라고 응답하였다[그림 66].



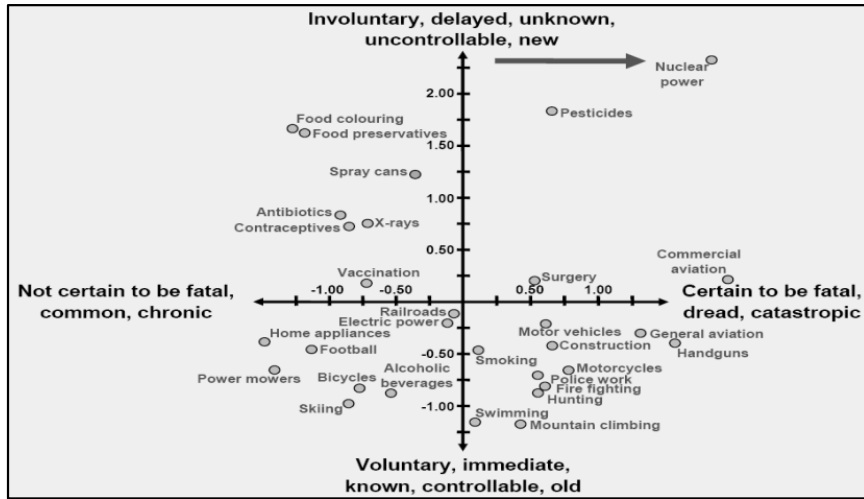
[그림 66] 정부의 원자력발전 비중 증가계획에 대한 전문가와 일반국민의 견해

과학자들은 일반적으로 과학 그 자체의 언어와 절차로 위험을 정의한다. 그들은 발생할 수 있는 위해의 특성과 그것이 일어날 확률, 그리고 거기에 영향을 받는 사람의 수를 생각한다. 이에 반해 대부분의 국민은 위험의 크기나 확률에는 별로 관심을 두지 않고, 보다 광범위하고 질적인 부분에 신경을 쓴다. 그런 판단기준에는 위험감수의 자발성, 개인에 의한 통제 가능성, 필수성과 불가피성, 친숙성인가 이질성인가, 위험 근원이 자연적인가 또는 기술에 의한 것인가 등이 있다. 따라서 원자력계는 이를 모두 포괄 할 수 있는 원자력 커뮤니케이션 방법을 통하여 원자력 시설 안전에 대한 인식에서 공학적 안전 기준과 사회적 안전 인지의 차이를 극복하는데 노력해야 한다.<sup>232)</sup>

정책 심의에 있어서 위험은 정책결정자, 전문가 그리고 대중 모두에게 중요한 화두이다. 위험 인식의 차이에 따른 경제적, 정치적 격변이 발생할 수 있으므로 각자의 위치에서 서로 어떻게 위험을 인지하는지에 대한 이해가 필요하다. 위험인지라는 차원에 있어서 예로부터 전문가는 객관적인 반면 대중은, 주로 두려움과 사회적 반감으로 인해, 매우 주관적으로 위험을 인지한다. 따라서 전문가와 기관에 대한 대중의 신뢰가 매우 중요하고, 이 신뢰가 구축된다면 대중이 객관적인 위험 평가를 받아들이는데 어려움이 없을 것이다.<sup>233)</sup>

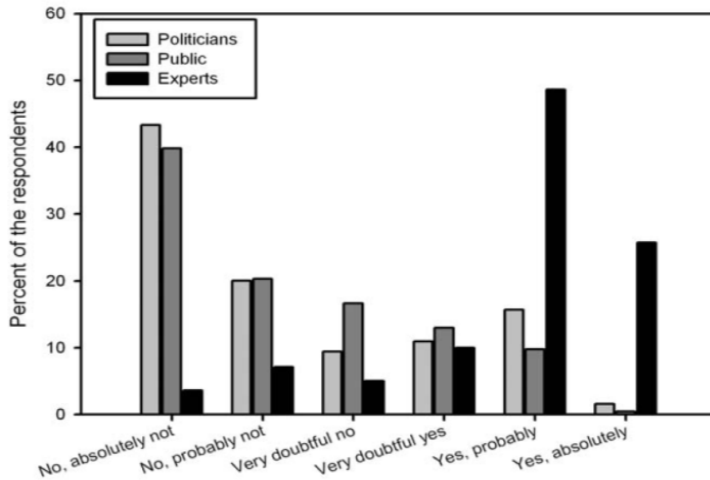
232) Society and Nuclear Energy: Towards a Better Understanding, OECD, 2003.

233) Sjoberg, Lennant, "The Public's Risk Perception of Technology," NCSU Workshop, 2008



[그림 67] The 'classical' illustration of the Psychometric Model

전문가는 핵폐기물의 위험에 대한 중요한 정보를 제공한다. 그러나 아직 대중의 위험 인지와 전문가의 위험 평가 사이에는 커다란 벽이 존재한다. 아래의 차트는 핵폐기물의 장기간 관리에 대한 문제 해결에 있어서 정치인, 대중 그리고 전문가 사이의 의견 차이를 분명하게 보여준다. 특히 전문가의 경우 대중, 정치인과는 매우 상반된 입장을 표명하고 있다. 234)



[그림 68] 방사성폐기물 관리 문제가 해결되었는지 여부에 대한 전문가, 정치인, 대중의 응답

234) Sjoberg, L. and Sjoberg, B-M. D. "Risk Perception by Politicians and the Public," Energy & Environment, Vol. 19, No. 3+4, 2008.

전문가의 경우 원자력이 화력, 수력 발전에 비해 안전하다는 의견이 다분하다. 대다수의 전문가가 원전이 위치한 지역의 환경적 조건이 화석 발전을 하는 지역보다 양호하다고 확인한다. 그러나 환경적 이점에도 불구하고 발생 가능한 사고로 인한 가늠하기 힘든 위협의 정도로 원자력은 딜레마에 빠져있다고 본다. 또한 대부분의 전문가(88%)가 원전과 환경적 안정성에 대한 대중의 지식이 부족하다고 정보가 불충분하다고 간주한다. 235)

Figure 1: Index of Danger – Experts

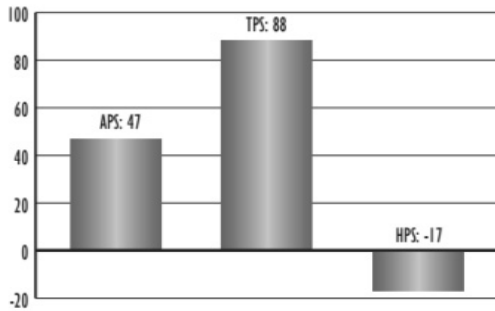
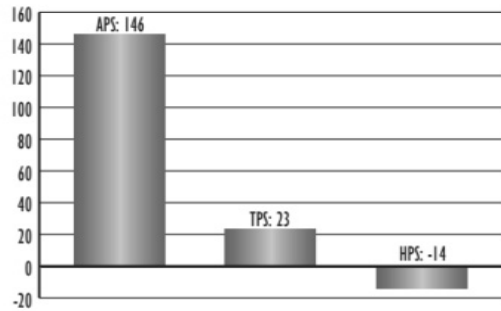


Figure 2: Index of Danger – Public



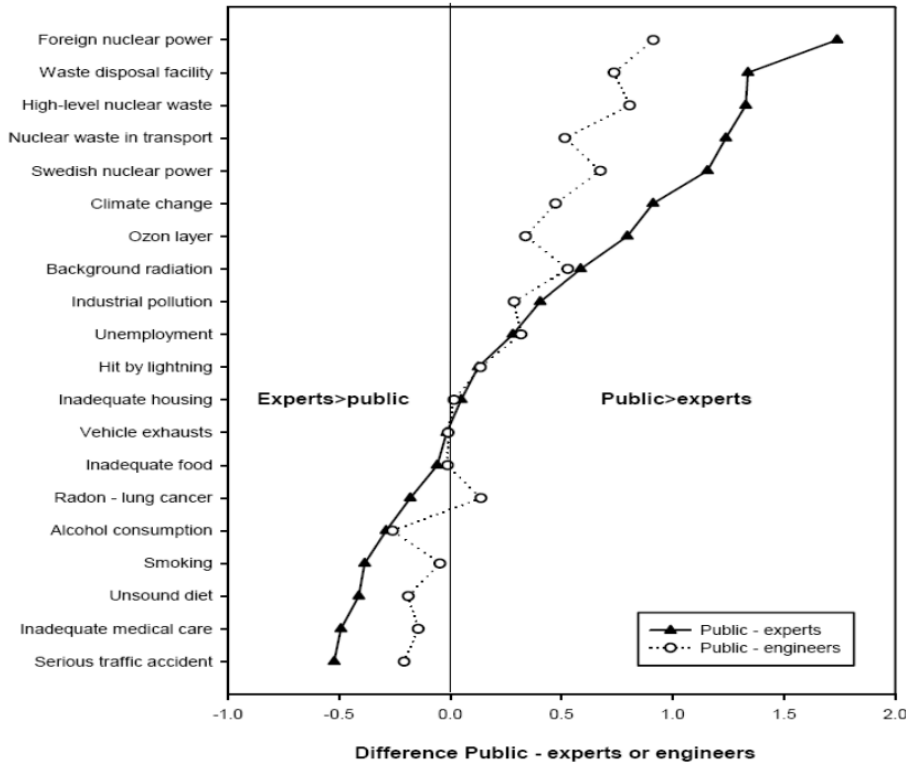
(APS: Atomic Power Stations, TPS: Thermal Power Stations, HPS: Hydroelectric Power Stations)

[그림 69] 전문가와 대중이 원자력, 화력, 수력 발전소에 대해 느끼는 위협의 정도

다음 [그림 70]을 보면 대체적으로 의식주, 자연재해와 관련된 문제에 대해서는 전문가와 대중 간의 위험 인식이 차이를 보이지 못하고 있다. 그러나 다른 항목을 비교하였을 시, 전문가 그룹은 흡연, 음주와 같은 실생활 위험에 더 많은 위험도를 부여한 반면 대중은 원자력 기술과 같은 전문가가 상대적으로 낮은 위험도를 준 항목에 많은 위험을 느끼는 것을 알 수 있다. 236)

235) Tarasova, N.P. and Kurochkina, A.E. "Nuclear Energy and Education," Nuclear Energy Review, 2006.

236) Sjoberg, L. and Sjoberg, B-M. D. "Attitudes Towards Nuclear Waste and Siting Policy: Experts and the Public," Nova Science Publishers, 2008.



[그림 70] 대중과 전문가, 대중과 엔지니어가 각각의 위험요소에 대해 매기는 서로 다른 위험도

일본 후쿠시마 원전 사고가 일어난 지 얼마 되지 않아 설계수명을 넘기고 연장 가동을 시작한 고리 1호기가 고장이 나 가동을 중단한 사건이 있었다. 이에 따라 지역 주민들의 불안과 불신이 증폭되는 상황에서 부산의 각 의회와 반핵단체, 지역 주민들은 고리 1호기의 원전 폐쇄와 신규 원전을 중단을 촉구하였다. 그러나 안전 점검 이후 안전에 이상이 없다고 판단되어, 고리 1호기는 계속해서 가동되고 있는 실정이다. 이후 고리 2호기와 3호기, 울진 1호기도 잇달아 가동이 중단되는 등 후쿠시마에서 발생한 원전 사고에 이어 우리나라 원전에서도 각종 사고가 잇달아 발생하면서 원전에 대한 신뢰도가 급격히 떨어지고 있는 상황이다.

또한 후쿠시마 사고 이후, 삼척시 원전 유치에도 어려움을 겪고 있다. 삼척 시의회는 2010년 12월 원전 유치 동의안을 통과시켜 2011년 2월에 한수원에 원전 유치 신청서를 제출했다.<sup>237)</sup> 당시 80% 이상의 주민이 삼척 원전 유치에 찬성하였다. 그러나 후쿠시마 원전 사고 이후 지역사회의 여론이 반전되었다. 삼척 원전 백지

237) 배성규, 「강원도가 유치한 삼척 원전도 논란 속으로」, 《조선일보》, 2011. 4. 18.

화 위원회가 구성되어 원전 유치 철회를 촉구하고 있고<sup>238)239)240)</sup> 그 후 삼척, 영덕, 울진 지역의 민간단체들이 공동 성명을 내고 당초 원전 건설 계획이 차질을 빚고 있다.<sup>241)</sup>

우리 정부는 원전 지역 주민들의 반발에도 불구하고 원전 확대 정책을 고수하겠다고 밝히고 있다. 안정적 전력 수급, 경제성, 기후변화 대응을 고려할 때 원자력이 가장 현실적인 대안이라고 주장하며 원전 확대가 불가피하다는 입장이다. 정부는 2012년부터 2016년까지 5년간 총 2조 833억 원을 투자하여 세계 3대 원전 수출국으로 도약하고 이를 통하여 경제발전은 물론 일자리 창출에 기여하도록 한다는 목표를 설정(2011.11, 제1차 원자력진흥위원회)<sup>242)</sup>, 원자력 시설에 대한 안전관리 체계를 구축하고 원전 발전 비중을 확대하고 전문 인력 양성을 강화해 해외 원전 수출을 추진하겠다는 계획을 밝혔다. 또한 2010~2024년 제5차 전력수급기본계획에 따르면 원전 비중은 2009년 24.54%에서 2024년 31.90%로 확대될 예정이다.<sup>243)</sup>

우리나라를 비롯하여 원전 선진국들조차 과거에는 DAD(결정-홍보-방어)식으로 사용후핵연료 처리 부지를 선정하고 사업을 일방적으로 진행하였다. 그러나 이 과정에서 사회적 갈등이 심화되자 오늘날 원전 선진국들의 부지 선정 방식은 지역 주민들의 의견을 수렴하고 정보를 공유하여 함께 결정해 나가며 사회적 수용성을 확보하는 쪽으로 변화하는 실정이다.

이미 최종 처분 부지를 결정한 스웨덴과 핀란드의 사례는 우리에게 시사하는 바가 크다. 부지 조사부터 선정까지 긴 시간 동안 철저한 조사와 후보 부지들의 지역 주민들을 상대로 대화와 토론을 거듭한 결과 (스웨덴의 경우 33년 걸려 최종 처분 부지를 확정) 결국 사회적 갈등을 최소화하고 원전 사업자와 지역 주민 모두를 만족 시키는 결과를 가져올 수 있었다.

반면 우리나라의 원자력 관련 사업 추진 과정은 아직도 DAD 식을 벗어나지 못하고 있다. 국내 용역 조사 결과에 의하면 집중식 중간저장 부지 확보에는 4년(한양대), 인허가와 건설은 6년(현대 엔지니어링)이 걸린다고 한다. 위의 스웨덴, 핀란드의 사례와 비교했을 때 이는 사회적 수용성 확보가 고려되지 않은 기간인 것이다. 과거 중저준위 방폐장 선정 과정의 극심한 사회적 갈등과 비용 낭비의 과정이 되풀이 하지 않으려면 선진국의 최종처분장 정책 결정 사례에서 보듯이, 중간저장

238) 지홍구, 최승근, 「원전 후보지`삼척·영덕·울진에선...」, 《매일경제》, 2011. 3. 15.

239) 박은성, 「삼척 원전 유치 '여론몰이' 재점화」, 《한국일보》, 2011. 6. 26.

240) 박은성, 삼척 원전 유치 찬·반 대규모 집회 맞붙, 한국일보, 2012.02.19.

241) 홍창진, 「삼척·영덕·울진 민간단체, "원전 유치 철회"」, 《연합뉴스》, 2011. 6. 30.

242) 「2012 과학기술정책 10대 과제」, 과학기술정책연구원, 2012.01.01. 85호

243) 정부, 원전확대정책 고수..논란확산, 연합뉴스, 2011.12.25.

이라고 하더라도 절차는 사회적 합의 도출을 위한 별도의 논의 기구 설치로 지역 사회와 국민의 의견을 수렴하는 거버넌스 체제 구축에 의해 시안에 대한 재검토가 필요할 것이다.

### 9.5.2 사회적 수용성 확보를 위한 공론화의 중요성과 한계

우리나라 국민의 원자력에 대한 이해와 사회적 수용성은 매우 낮은 편이다. 그 주된 원인은 원자력의 안전성에 대한 불안과 불신이라 할 것이다. 불안을 해소하기 위해서는 사회적으로 인식되는 원자력의 위험도와 실제 기술적 위험도 사이의 간격을 어떻게 좁히는가 하는 것이 관건이다. 그런데 일반대중의 인식 구조는 어떠한 위험에 대하여 객관적, 과학적 증거에 따른 판단을 하기 보다는 개인의 경험을 통한 주관적 판단으로 실제 위험에 대해 과대평가하거나 과소평가하는 경향이 있는 것으로 나타나 있다. 때문에 사회적 수용성의 논의에서는 과학기술 정보는 기본적으로 투명하게 제공되어야 하지만, 그 이상의 사회심리적 접근과 감성적 이해가 필요하다.

원자력의 이미지와 관련하여 사회적 수용성이 낮다는 것은 원자력의 이용에서 막대한 사회적 비용을 발생시키고 있다. 그동안 우리나라의 원전 건설 사업은 그 잠재적 위험성을 둘러싼 여론의 분열과 지역사회의 강력한 저항 등에 부딪쳐 장기간 표류했던 아픈 경험을 갖고 있다. 그로 인해 정책 사업의 지연은 물론 막대한 보상금 지급을 둘러싼 장기간에 걸친 사회적 갈등이 표출되었고, 다른 연료를 사용하는 발전 수단에 비해 지원금[표 24]244)이 두 배 이상 높아지는 현상을 빚게 되었다.

[표 24] 주요 발전소 주변지역 지원액

(단위: 백만원)

구 분	2003	2004	2005	2006	2007	2008
원자력	91,786	54,537	97,961	102,354	43,874	56,183
유연탄	43,736	28,695	45,373	45,214	28,237	35,084
무연탄	1,234	1204	1,048	1,440	1,567	1,554
LNG	506	6397	2,646	3,408	14,782	4,583
수력	1,974	3194	2,467	2,277	2,319	2,284

244) 'Nuclear Power Note 2008', 지식경제부, 한국수력원자력(주)

방사성 폐기물 처리 사업도 원전 사업과 별로 다를 바가 없다. 1980년대부터 표명된 정부의 정책은 고준위, 중저준위 폐기물 할 것 없이 지역사회와 환경단체의 극심한 반대에 부딪쳐 난항을 겪어왔다. 20여년의 노력 끝에 주민투표에 의해 (89.5% 찬성) 경주에 부지 유치를 하게 되었지만, 3,000억 원의 인센티브와 더불어 한수원 본사 이전 등의 이른바 플러스알파 형태의 추가 비용도 지출해야 했다.

오랫동안의 정책 표류의 원인을 진단한다면, 결국 원자력에 대한 국민의 전반적 이해도가 낮은 상태에서 사회적 수용성을 확보하기 위한 노력이 미흡했다는 지적을 받지 않을 수 없을 것이다. 주민투표를 통한 주민 참여 방식에 대해서도 그 의미를 부여하는 한편으로 한계가 있다는 해외 전문가들의 지적은 일리가 있다. 그리고 주민투표라는 형식적 절차에 의존하는 경우 그보다 더 다양하고 실질적인 사회적 수용성을 위한 정책적 접근이 미흡해질 우려도 있다.

우리나라의 경우 사용후핵연료의 중간 관리 방안을 결정하는 데에는 몇 가지 한계 조건이 따른다. 우선 사용후핵연료의 최종 관리정책이 결정되지 못하고 있다. 그렇다고 단시일 내에 결정하기도 어려운 상황이다. 한·미 원자력 협정도 재개정 단계에 있고, 북핵 문제 해결의 정체, 한반도 비핵화 선언 등 외교 안보적 요인과 얽혀 있기 때문이다. 원자력의 관리는 하나부터 열까지 국제적 기준을 만족시켜야 하고, 어느 분야보다도 국제 사회의 신뢰 확보가 필요하다. 중간 관리 이후에 재처리할 것이냐 직접 처분할 것이냐를 놓고 벌어질 사회적 논란도 만만치 않을 것이다. 이 한계 조건들을 고려하는 선에서 중간 관리 방안을 찾을 수밖에 없는 것이 우리의 현실이다.

현존하는 방식으로는 재처리 또는 직접 처분 중에 어느 쪽을 택할 수 있을 뿐이다. 그런데 재처리 공정의 경우 기술성, 경제성의 미흡으로 인해 프랑스 등 극소수 국가를 제외하고는 많은 나라들이 관망(wait & see)의 입장을 견지하고 있다. 미국의 전문가 중에는 현재 수준의 재처리는 ‘환경 세탁(Green Washing)’이라고까지 혹평한다. 우리나라의 경우에는 최종 관리 정책이 결정되지 않은 것 말고도 몇 가지 불확실성이 남아 있다. 그간 발표된 것처럼 2016년부터 원전 저장조가 포화되기 시작하는 것인지, 핵연료 후행 주기에서 파이로 공정이 현실적인 대안이 될 수 있는 것인지, 과연 2040년경이면 그것이 상용화될 수 있을 것인지 등등의 의문이 그것이다. 이들 불확실성으로 인해 관망의 정책을 택한 것은 무대책이라기보다는 오히려 유연성을 열어 둔 것이라고 볼 수도 있다. 그렇다면 하나의 상황을 상정해보자. 핵연료 후행 주기 정책의 장기 로드맵이 없는 상태에서 해당 지역 사회와 협의에 들어가게 된다면, 논의의 흐름이 어떻게 될까. 해당 지역 사회는 결국 해당 부지가 재처리 시설 또는 최종 처분장이 될 것이냐 아니냐를 묻게 될 것이

다. 그렇다면 답은 준비되어 있는가. 지역 사회의 의구심과 불신을 인센티브지급으로 해결하려는 것에도 한계가 있다. 그것은 선진국이 주는 교훈이기도 하다. 결국 시간이 걸리더라도 이 모든 것을 협상 테이블에 올려놓고, 원자력 후행 주기 정책의 장기적 비전에 바탕을 두고 국민의 신뢰와 독립성을 보장하는 가운데 중간 관리의 정책을 함께 결정하는 것이 시행착오를 줄이는 길이 될 것이다.<sup>245)</sup>

○ 현 시점에서의 한계 조건과 고려요인<sup>246)</sup>

- ▶ 사용후핵연료 최종관리 방안(재처리 또는 직접처분)을 결정할 수 있는 국제적, 기술적 여건이 조성되지 못한 상황에서 중간저장 방안을 결정해야 하므로, 집중식 부지 선정의 경우 최종관리 정책이 결정된 후 그 부지 선정과는 별개가 될 가능성
  - 고준위 방폐물과 중저준위 방폐물을 동일 부지에서 관리한다는 1980년대 이후의 정부 방침을 변경하여 중저준위 방폐물만의 처분장 부지를 선정한 전례
- ▶ 운영/재정 등에서 부지 외 집중 중간저장 방식을 전제로 체제가 구축된 상태에서 부지 별로 부지 내 중간저장하는 경우 부지 경계 재설정, 운영 변경 허가 등 법적 조정이 관건
- ▶ CANDU 중수로의 SF는 이미 ‘원전 관계시설’(원자력법 제2조 제5호)로 중간저장하고 있으나 PWR<sup>247)</sup> SF는 별개의 트랙으로 관리하게 되는 경우, PWR 집중식 중간저장의 부지 선정과 CANDU 최종처분장 부지 선정을 잇달아 진행하게 될 가능성
- ▶ 기존 정책 추진의 경험에 비추어 집중식 중간저장 부지 확보, 인허가 건설 등에 걸리는 기간에 대한 예측이 빗나갈 가능성 우려
- ▶ 선진국 최종처분장 선정을 위한 공론화의 벤치마킹 사례가 있으나, 우리나라는 중간저장 방안에 대한 공론화가 이슈가 되고 있는 상황이라 논의 구조가 더욱 복잡
- ▶ 원자력이라는 장기적 사업계획에 대해 단기적 상황 논리에 의해 결정되는 경향이 있어 결국 부담을 잇달아 뒤로 넘기는 결과가 되어 정책의 체계성 효율성 미흡 우려

기술 위험의 관리는 기술 이용 자체에 내재한 잠재적 위험이 현실화하지 않도록 사전에 예방하는 것이 가장 중요하다. 이를 위해서는 기술 개발의 사회적 이용

245) 김명자, 『원자력딜레마』, 사이언스북스, 2011.05.

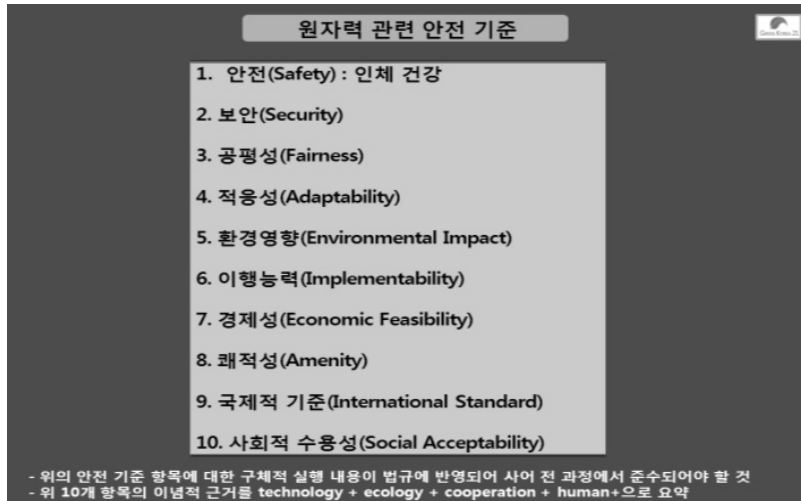
246) 김명자, 한국과학기술자협회 이슈토론회, 2011.12.01

247) PWR : Pressurized Water Reactor(가압경수로)



에 대한 영향을 사전에 예측하고 평가하는 기술 예측(technology forecast) 등 인문사회과학적 접근이 중요하다고 본다. 그리고 기술의 운영과 확산 과정에서 가장 합리적인 안전 기준이 설정되고 실행에 옮겨져야 한다[그림 71]<sup>248)</sup>. 원자력의 경우 안전규제 기관이 지역사회와 국민의 편에서 안전을 최우선으로 기준을 설정하고 준수해야 하고, 이에 대한 지역사회와 국민의 신뢰를 확보할 수 있어야 한다. 또한 공공의 이익과 사적 이익 사이에서 갈등이 빚어지는 데 대한 걱정 조치가 법제화되고 지켜져야 한다.

아래 원자력 관련 안전 기준은 국제기준을 참고하여, 구체적으로 영국 CoRW M249), 캐나다 NWMO<sup>250)</sup>을 비롯한 선진국 기준을 최대한 반영하는 등 사례를 참조하여 10개의 평가기준을 도출한 것이다.



[그림 71] 원자력 관련 안전 기준

중간저장 시설에 대한 기준을 설정하기 위해서, 이 연구보고서에서는 평가 근거가 되어야 할 10개 항목을 선정하고, 각 항목별로 관련되는 내용이 현행 우리나라의 관련 법규에 어떻게 반영되어 있는지를 검토했다. 평가의 핵심 요소가 될 안전 기준, 기술기준 등의 규제 내용이 법적 근거로서 어떻게 구체화되어 있는가를 살펴서 중간저장 시설에 대한 안전기준을 확립하는 것이 신뢰를 얻는 데에도 주요 요소가 되리라 보기 때문이다. 안전성에 대한 국민 신뢰와 지역사회 수용성을 확보하

248) 김명자, 「사용후핵연료 관리 정책 공론화」, 한국과학기술자협회 이슈토론회, 2011.12.01

249) CoRWM : Committee on Radioactive Waste Management(방사성폐기물관리위원회)

250) NWMO : Nuclear Waste Management Organization (방사성폐기물관리기구)

는 것이 최우선이라고 한다면, 이런 기초 위에서 사업을 차질 없이 추진할 수 있도록 안전에 대한 법규와 합리적 행정 체계를 구축하는 것이 선결조건이 될 것이다.

여기서 설정한 평가기준의 적용 범위는 사용후핵연료 중간관리 방안의 전 과정에 걸쳐 적용되어야 할 기준이라고 할 수 있다. 본래 이 연구의 목적은 사용후핵연료 중간관리 방안의 복수 후보안에 대해 강점과 약점을 비교해서 최종안을 선정하는 데 필요한 근거를 제시하는 것으로 되어 있다. 그러나 평가기준의 주요 내용은 중간관리 방안의 후보안을 도출하는 과정뿐만 아니라 후보안 가운데서 결정될 중간관리의 최종 방안을 추진하는 전 과정에 걸쳐 지켜져야 할 것이다.

다시 말해서, 사용후핵연료 중간관리 시설 건설에 가장 핵심적 과제가 될 부지 선정에서부터 시설의 건설에 관한 인허가 기준과 절차, 시설 운영의 전 과정, 시설의 폐쇄 등에 이르기까지 지켜져야 할 광범위한 기준으로 설정하는 데 초점을 맞추었다. 해당 지역의 주민들은 부지 선정 이후 시설이 건설되기 시작하여 시설의 수명이 다할 때까지 그 시설로 인한 잠재적 위협을 법적, 제도적으로 차단하는 것을 기대할 것이기 때문이다.

그런데 여기서 고려할 것은 우리나라 원자력 관계 법령은 시설별로 기준이 규정되고 있어, 폐기시설로서의 사용후핵연료 중간저장 시설과 발전용 원자로 및 관계시설로서의 핵연료 취급, 저장시설에 대한 기준으로 구분되어 규정되고 있다는 사실이다. 물론 기존의 정부 방침이 부지 외 집중식 시설의 건설에 초점이 맞추어져 있었던 점을 고려하면 폐기시설 관련 법규의 내용을 검토하는 것이 타당할 것이다. 그러나 월성에서 이미 원자력 관계시설로 부지 내에서 운영하고 있다는 현실적 상황과 앞으로 부지 내 시설의 추가 설치가 이루어지고 관계시설로 해석되는 경우, 이 부분에 대한 정리도 필요할 것으로 판단된다.

과학자 사회의 기술적 판단과 정책 대안 제시가 사회적 신뢰를 얻기 위해서는 무엇보다도 독립성과 자율성이 보장되어야 한다. 그리고 전문가들은 신뢰를 최우선으로 놓고, 지역 사회와 일반 국민이 믿고 또 이해할 수 있도록 정확한 정보를 제공해야 한다.

국제적으로 원전 기술의 핵연료 후행 주기의 기술은 아직 미완성이다. 그렇다고 하더라도 단·중기적으로는 국제적으로 통용되는 안전 관리 방식에 의해 중간 저장을 하고 있는 것도 엄연한 사실이다. 물론 후쿠시마 사고로 사용후핵연료의 저장에까지 안전성의 우려가 제기됨으로써 상황은 더욱 어렵게 됐다. 이러한 범위 내에서 과학자 사회는 기술주의에 함몰되지 않고 후행 주기에서의 방사성 폐기물 처분에 대한 불확실성과 기술적 한계 등을 겸허하게 인정할 필요가 있다.

이 한계들을 인정하면서 정보를 투명하게 공개하고 여론을 수렴하면서 함께 안

전 관리를 한다는 믿음을 주는 것이 기본이 될 것 같다. 기술 공학적 접근에서 타당성을 확보한다고 하더라도 사회적 수용성을 확보하지 못하면 원자력 정책은 한 걸음도 나아갈 수가 없다. 원자력의 잠재적 공포는 방사능 오염과 연관되고, 이는 시공간을 뛰어 넘고 유전자 변이라는 특성으로 인해 사람들의 정신적, 심리적 트라우마를 유발하기 때문이다. 원자력은 차가운 공학 기술이지만, 동시에 사람의 마음을 움직여야 하는 따뜻한 감성의 기술일 수밖에 없다. 따라서 인문 사회학적인 접근과 융합해 사회적 수용성에 접근해야 할 것이다.<sup>251)</sup>

원자력 정책에 대한 사회적 불신을 극복하고 합의를 이끌어내기 위해서는 거버넌스 체제에 의해 전문성과 사회적 수용성을 접목시켜야 한다. 국정 의제의 관점에서 사회적 수용성의 가장 중요한 주체는 국민이라고 할 것이다. 그러나 중간 관리 시설의 지역적, 사회적 수용성이 중요하다는 점에 비추어, 지역 주민이 가장 중요한 이해 당사자가 된다. 따라서 로컬 거버넌스와 내셔널 거버넌스를 포함하는 거버넌스 체계를 구축할 필요가 있다. 각 주체별로 가장 중점을 두어야 하는 기능과 역할을 규정하고, 이 주체들의 기능을 엮어 시너지를 거두는 인문 사회학적 접근이 필요하다. [그림 72]<sup>252)</sup>.

예시:사용후핵연료 관리민간기구 구성	근본적 문제 분석	관리방안 평가, 대안 수립	최종 권고안 발표
<ul style="list-style-type: none"> <li>대중의견 수렴</li> <li>전문가 의견 수렴</li> <li>인식 공유, 방향 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전문분야 평가팀 분석</li> <li>결과공개, 심의</li> <li>대중 요구사항분석</li> <li>주요 평가기준 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>평가 프레임워크 작성</li> <li>지역/국민의 소리 수렴 보완</li> <li>전문가 그룹의 보완평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>여론 수렴</li> <li>최종 권고안 발표</li> <li>수렴 여론 반영</li> </ul>
<b>목적</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 이해당사자의 의견 수렴</li> <li>인식 공유</li> <li>관리방안 방향 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요 평가기준 도출</li> <li>관리방안 예비평가</li> <li>관리방안의 후보 대안 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>후보대안의 장단점 분석</li> <li>평가 프레임워크 작성</li> <li>관리방안 평가</li> <li>추가대안 모색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>특히 지역사회의 의견 수렴으로 사회적 합의 도출</li> <li>최적 관리방안 제시</li> <li>대정부 최종 권고안 도출</li> </ul>
<b>주요 활동</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>추진조직 구성</li> <li>설문, 토론회, 워크숍 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전문분야 평가팀의 예비 평가</li> <li>근본적 문제에 대한 분석 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>평가 프레임워크 작업 활동</li> <li>평가기준의 고려 요인 구성</li> <li>전문가 그룹의 심층 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제안과 비판 여론 수렴</li> <li>여론 수렴을 위한 토론회 개최</li> <li>최종 권고안에 대한 의견 공유</li> <li>지역사회 의견, 국민의 소리 반영</li> </ul>
<b>산출물</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>관리방안 설계 목표</li> <li>세부 일정 계획표</li> <li>추진조직 구성도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대중 요구사항 분석</li> <li>예비평가용 심의 문서 작업</li> <li>주요 평가기준 규정</li> <li>관리방안 기본 원칙</li> <li>예비평가 결과(안)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>평가 프레임워크</li> <li>전문가 그룹의 심층 분석 결과</li> <li>각 평가기준의 특정 변수 맵</li> <li>대정부 권고안 초안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>여론 조사 결과</li> <li>수렴 의견 반영 결과</li> <li>대정부 최종 권고안</li> </ul>
<b>비고</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>전문가/과학자, 각 지역공동체 의견을 균형 있게 수렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현실성 있는 요구사항 개진</li> <li>공정한 전문분야 평가 팀 선정</li> <li>다양한 그룹의 의견과 인식 공유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역사회/국민이 생각하는 주요 가치와 우선순위 결정</li> <li>평가기준 이해 높이기</li> <li>장단점 분석과 보완을 통한 추가 대안 모색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역/국민 제안과 비판 여론 수렴: 투명성 제고</li> <li>지속적 지역주민 대화</li> <li>수렴 의견의 현실적 반영</li> </ul>

전 과정에서 모든 이해관계자의 의견 수렴은 공개와 투명성 전제, 지속적 갈등 관리 필요

[그림 72] 사용후핵연료관리 민간기구 구성(안)

251) 김명자, 『원자력딜레마』, 사이언스북스, 2011

252) 김명자, 「사용후핵연료 관리 정책 공론화」, 한국과학기술자협회 이슈토론회, 2011.12.01

### 9.5.3 홍보 패러다임의 전환

오늘날의 지속적 기술 혁신은 그 경이로운 성과의 반대급부로서 사회적 기술 위험을 심화시키고 있다. 기후변화에 따르는 갖가지 자연재난 현상도 본질적으로 기술 위험의 결과라고 볼 때, 보다 근원적으로 접근할 필요가 있다. 날로 심화되고 있는 기술 위험의 현실화를 줄이기 위해서는 기술 혁신의 성과가 보급되어 경제적, 사회적 이익을 창출하는 과정에 대한 예측과 평가에 의한 피드백 메커니즘이 필요하다. 통상적으로 기술 혁신에 관련되는 사회적 문제가 불거져 나온 뒤에야 그것을 인지하고 대응하는 방식으로 전개되고 있어, 사후 처리에 많은 비용과 노력을 투입하면서도 정책 효과는 떨어지게 된다. 따라서 사전 예방의 정책 기조가 강화될 필요가 있다.

이런 관점에서 기술 위험에 보다 근본적으로 대응하기 위해서는 기존 방식으로부터의 발상의 전환이 필요하다. 기존의 발전관(發展觀)에 대한 패러다임의 전환으로서, '지속가능 발전'(sustainable development)으로의 전환이 불가피하다. '지속성', '형평성', '효율성'이 담보되는 성장 정책으로의 전환에 의해 기존 성장 정책의 부작용을 줄이고 기술 위험의 부담을 줄일 수 있을 것이기 때문이다. '지속성'은 자연 자원의 유한성과 자연계의 정화 능력의 한계를 인식하는 범위 내에서의 성장을 의미한다. '형평성'은 현세대와 미래세대와의 자원의 배분과 지구촌 남과 북의 불균형을 극복할 수 있는 범위 내에서의 성장을 의미한다. '효율성'은 공급 위주의 정책에서 벗어나 수요관리를 강화한 균형 있는 정책의 범위 내에서의 성장을 의미한다. 예컨대 에너지 정책에서도 계속 증가하는 전기 에너지 수요를 공급 정책으로 해결하는 것은 지속성, 형평성, 효율성에서 한계에 부딪치고 있기 때문이다.

지속가능한 발전을 구현하기 위해서는 경제, 사회, 환경, 과학기술 정책이 서로 통합적으로 조화를 이루어야 한다. 이는 기술적 가치에 의한 물질문명의 독주를 의미하는 것이 아니라 과학기술과 인문사회 분야 사이의 학제적, 융합적 접근에 의한 정신문화의 발전이 함께 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 오늘날의 기술 사회가 추구하는 목표가 무엇인지, 사람들이 사람답게 사는 것이 무엇인지에 대한 근본적 성찰에 바탕하여 새로운 가치관을 정립하는 것이 선행되어야 할 것이다.

후쿠시마 이후 세계적으로 원자력 정책은 또 하나의 고비를 맞고 있다. 일단은 원자력과의 손을 놓을 것인가, 계속 붙잡은 상태로 갈 것인가를 놓고 사회적 논쟁이 이어지는 상황이다. 또는 지금 당장은 내놓고 말할 수 없을지 몰라도 원자력을 더 꼭 붙잡고 가야 한다는 견해도 있을 것이다. 대형 원전 사고가 날 때마다 그러했던 것처럼, 원자력 전반은 사고라는 원죄로 인해 큰 시련을 겪는 형국이다. 그런데 20세기에 비해 21세기 에너지 환경이 더욱 엄중하다는 것이 차이다.

원자력 정책의 당면과제를 풀어나가기 위해서는 원칙과 체제를 잘 갖추고, 시민 사회와 함께 정부가 그야말로 소통하면서 풀어 가는 것이 멀리 돌아가는 것 같아도 지름길이자正道(正道)이다. 그렇게 함으로써 국익 차원에서 가장 바람직한 대안을 찾아내야 할 것이다.

보고서를 마치며 원자력의 역사와 후쿠시마 원전 사고를 통해서 얻을 수 있는 교훈을 네 가지로 정리해 보고자 한다.

## 10.1. 안전과 신뢰

원전의 건설과 운영은 물론 사용후핵연료 관리에서도 사회적 수용성 확보가 열쇠다. 그리고 사회적 수용성에서는 '안전'이 열쇠다. 핵연료 선행 주기건 후행 주기건 간에 안전의 중요성은 아무리 강조해도 모자란다.

따라서 원전의 안전에 관한 한 단순히 선언과 설득에 그쳐서는 안 되고, 국제적 수준의 안전 기준이 법규로 명문화되어야 한다. 그리고 그 기준을 반드시 지킨다는 신뢰를 줄 수 있는 체제를 갖추어야 한다. 그렇다면 현재 우리에게 그 준비는

어느 정도 되어 있을까.

우선 후쿠시마 원전 사고를 계기로 우리나라의 안전규제 체제는 국제 기준에 맞게 독립성과 중립성을 갖출 수 있도록 개선되었으나, 실질적 운영이 못지 않게 중요하다. 원전 사업에서 안전성은 타협과 협상의 대상이 될 수 없다. 이에 대한 확고한 정책 의지가 천명되고, 반드시 지켜져야 한다. 과학적 검토에 의한 안전성 평가가 정치적 개입 등에 의해 뒤로 밀려서는 안 된다.

그간 사용후핵연료 처분장을 구하려던 정부의 노력은 20년이 넘도록 결실을 보지 못했다. 겨우 중저준위 방사성 폐기물 처분장의 완공을 앞두고 있을 뿐이다. 이처럼 노심초사해 온 정부가 딱해서인지, 국회와 일부 언론에서도 경제성 좋은 국책 사업을 가져가게 되는 지역이 방폐장을 패키지로 엮어 가도록 하는 고육지책도 제시되고 있다. 일견 그럴듯한 제안으로도 들린다.

그러나 이는 경우에 따라서는 상당히 위험한 발상이 될 수도 있다. 사용후핵연료 관련 부지는 아무 곳이나 유치를 원한다고 입지할 수 있는 시설이 아니기 때문이다. 엄격한 절차를 거쳐 지질학적 조건 등에 대한 과학적 검토가 선행된 후에야 결정될 수 있는 사업이다. 사회적 수용성에 등 떠밀려서 지질학 조사 결과 등을 후순위로 놓는 경우에는 사회적 혼란을 유발할 소지가 있다.

사용후핵연료의 장거리 이송은 다른 무엇보다도 난제다. 비용도 그렇고 기간도 그렇고, 사용후핵연료는 길이 뚫려 있다고 해서 다 통과할 수 있는 ‘물건’이 아니다. 가장 큰 난관 중의 하나는 동해안과 서해안에 분산된 원전으로부터 사용후핵연료 중간 저장 부지로 갈 때까지의 문제다. 그때 사용후핵연료가 거쳐야만 하는 해당 지역들이 강력 저항한다면 이송의 실현가능성은 불투명해진다.

최근 들어 국가 간의 사용후핵연료의 위탁 재처리가 거의 중단된 배경에도 이러한 이송의 문제가 한몫을 하고 있다. 위탁 재처리의 비용 상승도 그렇거니와 재처리한 뒤에 남게 되는 최종 방사성 폐기물을 도로 발생시킨 국가로 이송해야 한다는 규제때문에 이송이 어렵다.

원전 선진국에서도 난제인 사용후핵연료의 이송을 국내에서 이리저리로 옮길 수 있다고 보기는 힘들다. 어디까지나 정책 결정은 과학적 근거에 우선해 사회적 혼란을 최소화하는 방향으로 이루어져야 할 것이다.

## 10.2. 과학기술과 인문 사회학의 학제적 접근

사용후핵연료 중간 관리의 정책 결정에서는 기술적 근거가 탄탄히 확립되어야 한다. 과학자 사회의 기술적 판단과 정책 대안 제시가 사회적 신뢰를 얻기 위해서는 무엇보다도 독립성과 자율성이 보장되어야 한다. 또한 전문가들은 신뢰를 최우선으로 놓고, 지역 사회와 일반 국민이 믿고 또 이해할 수 있도록 정확한 정보를 제공해야 한다.

국제적으로 원전 기술의 핵연료 후행 주기의 기술은 아직 미완성이다. 그렇다고 하더라도 단중기적으로는 국제적으로 통용되는 안전 관리 방식에 의해 중간 저장을 하고 있는 것도 엄연한 사실이다. 물론 후쿠시마 사고로 사용후핵연료의 저장에까지 안전성의 우려가 제기됨으로써 상황은 더욱 어렵게 됐지만 이러한 범위 내에서 과학자 사회는 기술주의에 함몰되지 않고 후행 주기에서의 방사성 폐기물 처분에 대한 불확실성과 기술적 한계 등을 겸허하게 인정할 필요가 있다. 이 한계들을 인정하면서 정보를 투명하게 공개하고 여론을 수렴하면서 함께 안전 관리를 한다는 믿음을 주는 것이 기본이 될 것 같다.

기술 공학적 접근에서 타당성을 확보한다고 하더라도 사회적 수용성을 확보하지 못하면 원자력 정책은 한걸음도 나아갈 수가 없다. 원자력의 잠재적 공포는 방사능 오염과 연관되고, 이는 시공간을 뛰어넘고 유전자 변이라는 특성으로 인해 사람들의 정신적, 심리적 트라우마를 유발하기 때문이다. 원자력은 차가운 공학 기술이지만, 동시에 사람의 마음을 움직여야 하는 따뜻한 감성의 기술일 수밖에 없다. 따라서 인문 사회학적인 접근과 융합해 사회적 수용성에 접근해야 할 것이다.

원자력 정책에 대한 사회적 불신을 극복하고 합의를 이끌어내기 위해서는 거버넌스 체제에 의해 전문성과 사회적 수용성을 접목시켜야 한다. 국정 의제의 관점에서는 사회적 수용성의 가장 중요한 주체는 국민이라고 할 것이다. 그러나 중간 관리 시설의 지역적, 사회적 수용성이 중요하다라는 점에 비추어, 지역 주민이 가장 중요한 이해 당사자가 된다. 따라서 로컬 거버넌스와 내셔널 거버넌스를 포함하는 거버넌스 체계를 구축할 필요가 있다. 각 주체별로 가장 중점을 두어야 하는 기능과 역할을 규정하고, 이 주체들의 기능을 엮어 시너지를 거두는 인문 사회학적 접근이 필요하다.

### 10.3. 정책 결정의 한계 조건 고려

우리나라의 경우 사용후핵연료의 중간 관리 방안을 결정하는 데에는 몇 가지 한계 조건이 따른다. 우선 사용후핵연료의 최종 관리 정책이 결정되지 못하고 있다. 그렇다고 단시일 내에 결정하기도 어려운 상황이다. 한·미 원자력 협정도 재개정 단계에 있고, 북핵 문제 해결의 정체, 한반도 비핵화 선언 등 외교 안보적 요인과 얽혀 있기 때문이다.

원자력의 관리는 하나부터 열까지 국제적 기준을 만족시켜야 하고, 어느 분야보다도 국제 사회의 신뢰 확보가 필요하다. 중간 관리 이후에 재처리할 것이냐 직접 처분할 것이냐를 놓고 벌어질 사회적 논란도 만만치 않을 것이다. 이 한계 조건들을 고려하는 선에서 중간 관리 방안을 찾을 수밖에 없는 것이 우리의 현실이다. 현존하는 방식으로는 재처리 또는 직접 처분 중에 어느 쪽을 택할 수 있을 뿐이다.

재처리 공정의 경우 기술성, 경제성의 미흡으로 인해 프랑스 등 극소수 국가를 제외하고는 많은 나라들이 관망(wait& see)의 입장을 견지하고 있다. 미국의 전문가 중에는 현재 수준의 재처리는 '환경 세탁(Green Washing)'이라고까지 혹평한다. 우리나라의 경우에는 최종 관리 정책이 결정되지 않은 것 말고도 몇 가지 불확실성이 남아 있다. 그간 발표된 것처럼 2016년부터 원전 저장조가 포화되기 시작하는 것인지, 핵연료 후행 주기에서 파이로 공정이 현실적인 대안이 될 수 있는 것인지, 과연 2040년경이면 그것이 상용화될 수 있을 것인지 등등의 의문이 그것이다. 이들 불확실성으로 인해 관망의 정책을 택한 것은 무대책이라기보다는 오히려 유연성을 열어 둔 것이라고 볼 수도 있다.

핵연료 후행 주기 정책의 장기 로드맵이 없는 상태에서 해당 지역 사회와 협의에 들어가게 된다면, 논의의 흐름이 어떻게 될까. 해당 지역 사회는 결국 해당 부지가 재처리 시설 또는 최종 처분장이 될 것이냐 아니냐를 묻게 될 것이다. 그렇다면 답은 준비되어 있는가. 지역 사회의 의구심과 불신을 인센티브 지급으로 해결하려는 것에도 한계가 있다. 그것은 선진국이 주는 교훈이기도 하다. 결국 시간이 걸리더라도 이 모든 것을 협상 테이블에 올려놓고, 원자력 후행 주기 정책의 장기적 비전에 바탕을 두고 국민의 신뢰와 독립성을 보장하는 가운데 중간 관리의 정책을 함께 결정하는 것이 시행착오를 줄이는 길이 될 것이다.



## 10.4. 국민적 합의를 이끌어내기 위한 전담 기구 설치 필요

사용후핵연료의 중간 관리 방안을 다루기 위해서는 불가피하게 새로운 메커니즘을 구축할 필요가 있다. 필자는 이런저런 위원회 만들기에 찬성하지 않는 사람이지만, 이 문제만은 새롭게 신뢰를 받을 수 있는 기구가 다루어야 할 것으로 보인다. 결국은 국가 에너지 수급 계획과 에너지 정책 전반에 대한 검토로부터 원전 정책의 틀을 다시 살피고, 그 속에서 사용후핵연료 관리의 중간 저장과 최종처분, 재처리 여부 등을 통합적으로 장기적 관점에서 논의하지 않고서는 실마리가 풀리지 않을 것이기 때문이다.

해외의 사회적 공론화 사례는 우리에게 몇 가지 사실을 일깨우고 있다. 사회적 공론화를 추진하기 전에 관련 법규와 제도를 구축했다. 법과 제도에 근거하여 관리 전담기구 또는 위원회를 구성하고 독립적인 권한과 책임을 부여했다. 참여의사가 있는 경우 누구나 참여할 수 있도록 현실적인 공론화 절차를 마련했다. 사회적 공론화를 통해 도출된 대안이 정책에 반영되도록 했다.

기존의 방식처럼 결정-발표-홍보(DAD) 식의 사업 진행은 다른 나라에서도 폐기되고 있다. 그것 가지고는 국민의 신뢰를 얻지 못해 실패하고 만다는 것을 국내외 사례가 웅변하고 있기 때문이다. 독일, 스웨덴 등 선진국도 반대 여론 때문에 DAD 방식을 버리고 원점으로 돌아가 다시 새롭게 합의하고 새 출발을 해야 했다. 그들은 결국 정부 주도가 아닌 독립적인 위원회를 구성했고, 일반 국민의 참여와 절차의 투명성을 보장하고, 정부가 균형 잡힌 시각으로 정책을 추진하고 있다는 신뢰를 심어 성공할 수 있었다.

정책 논의의 사회적 신뢰를 높이기 위해서는 기구 운영의 절차와 과정이 독립성과 중립성을 보장할 수 있어야 한다. 그리고 이들 이슈를 다루는 데 있어서는 적어도 10~20년 뒤를 내다보고 차근차근 준비하는 것이 오히려 현실적이다. 가칭 '사용후핵연료 정책 위원회'를 설치해 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 네트워크를 구성하고, 사용후핵연료 중간 저장 방안에 대한 과학기술적 검증과 사회적 수용성을 보장하는 사회적 합의를 이끌어 내야 할 것이다.

사회적 합의를 이끌어내는 데에는 기구의 운영 방식이 중요하다. 상설화된 논의 구조, 의견 수렴 구조를 구축해, 합리적 요구나 지적에 대해서는 적절히 반영할 수 있는 열린 공간이 되어야 한다. 특히 다양한 갈등 해결 기법을 비교 연구해서 적절한 운영 방식을 찾아내야 한다.

NGO나 반핵 단체들도 지속적인 논의 대상이 되어야 할 것이다. 그리고 위원회

-전문가, 위원회-NGO, 위원회-지자체-지역 주민 방식 등 다양한 논의 구조를 만들고, 각 부문별로 우선 순위를 정해 단계별 논의를 하는 접근 방식이 적절하리라 본다.

이러한 형태의 사회적 공론화의 목적은 최선의 정책 생산을 위해 이해 대립과 갈등의 존재를 인정하고 이를 동력화하는 데 있다. 결국 사용후핵연료 정책에 관한 사회적 협의와 합의는 전문성과 특수성 그리고 우리나라의 사회 문화적, 정치 외교적 상황을 고려해 민주성, 책임성, 도덕성, 진정성, 독립성, 투명성을 기준으로 삼아 도출되어야 할 것이다.

이런 원칙과 절차를 거친 정책 결정은 정책의 타당성, 절차의투명성, 기술의 안정성을 확보함으로써 정당성을 부여받게 될 것이다. 그에 따라 정책 추진에 따른 사회적 비용을 최소화할 수 있을 것이다. 그간 오랜 세월 동안 시행착오를 빚었던 사용후핵연료의 관리라는 난제를 사회적 협의에 의해 풀어낼 수 있다면 우리의 사회적 협상 능력의 진전을 확인하고, 사회 갈등을 해소하는 좋은 모델을 만들어 내는 계기가 될 것이다.

## 10.5. 원자력 에너지의 필요성과 한계

2011년 3월 이웃나라 일본에서의 후쿠시마 원전 사고는 원전 산업의 앞날에 적지 않은 파장을 예고하고 있다. 그러나 분명한 사실은 현존 에너지 기술로는 사실상 당장 원전을 대체할 대안이 마땅치 않다는 것이다. 때문에 정책 재검토를 강조하는 쪽에서도 원전을 당장 그만두자고 밀어부치기는 어렵다. 오히려 앞으로 원전 의존성을 줄여야 한다는 주장이 합리적으로 들린다.

시민 단체들이 에너지 효율성 높이기를 강조하며 원전 의존성을 높이지 말아야 한다는 주장하는 것은 설득력을 얻을 것이다. 그러나 우리의 지난날을 돌아보면, 그동안생산과 소비 활동에서 에너지 효율성 높이는 공허한 구호로 그치고 말았다는 사실이 문제의 핵심이다.

물론 기술 혁신에 의해 제4세대 원자로가 상용화되어 방사능 위협으로부터 거의 해방될 수 있는 수준이 된다면 이야기는 달라질 것이다. 그러나 그 가능성은 여전히 희박해 보인다. 게다가 이렇게 심각한 원전 사고의 뒤끝에는 연구 개발 예산이 삭감되고 원전 산업이 침체되는 역사적 과정을 밟아 왔다. 그러나 원자력이 존재하는 한 연구 개발의 필요성은 존재한다. 특히 원전의 운전 수명이 가까워오

고 있는 시점에서 폐로 기술 개발도 중점 분야가 되어야 할 것이고, 사용후핵연료 처리에 관한 연구 개발도 필요하다.

앞으로 원전 의존도를 어떻게 낮출 수 있을지 대책을 마련하려면, 우선 생활 속에서 당장 값싸게 편의 위주로 전기를 사용하는 것에 길들여진 국민의 의식과 습관이 바뀌어야 한다. 값싸게 쓰는 대로 전력공급을 하기 위해 원자력이 지니고 있는 잠재적인 위협과 사회적 비용을 외면하고 있었던 무의식을 밖으로 끌어내서 거둬 태어나지 않고서는 지금까지의 정책 방향을 바꾸기는 쉽지 않을 것이다.<sup>253)</sup>

앞으로의 과제는 지난하다. 재생 가능 에너지 등이 상용화되어 새로운 21세기형 에너지 시스템이 구축될 때까지 단계적으로 장기적으로 원자력 에너지 의존도는 조정되어야 할 것이다. 그러기 위해서 우리가 해야 할 일은 산업과 사회 인프라의 에너지 효율을 대폭 높이는 정책이 소기의 효과를 내서, 생산과 소비의 패턴을 바꿔야 한다는 것이다. 원전의 위험성을 강조하는 만큼 에너지 소비를 줄이는 성과가 가시화되지 않고서는 꿈쩍하기가 어렵다는 사실을 부정할 수 없기 때문이다.

---

253) 정성희, 「방사능 포비아 너무 부풀려졌다」, 《동아일보》, 2011. 4. 2.

# 원전 찬반 쟁점 정리

## 1. 우리나라 원전은 안전하게 운영 관리되고 있다고 보는가?

2011년 3월 후쿠시마 원전 사고 이후 원자력 시설의 안전 관리는 법적, 제도적인 부분에서 많은 개선이 이루어지고 있다. 정부는 원자력 안전 기관 운영의 투명성을 높이기 위해 '원전 운영 개선 종합 대책'을 발표했으며, 2011년 10월 원자력 안전위원회 출범으로 제도적으로는 기존에 국제적으로도 문제가 되던 안전규제기관의 독립성 논란에 종지부를 찍었다. 그러나 그 후에 원전 내 사고를 조직적으로 은폐하고 축소하는 등의 사건으로 원전 사업자 조직 문화에 대한 불신이 증폭되는 양상이다. 더욱이 최근 가동을 개시한 신규 원전에서의 불시 정지 사고 또한 원전의 안전 운영에 대한 불안을 부추기고 있다.

우리나라의 원전은 안전 관리 차원에서 얼마나 안전하게 운영되고 있다고 보는가?

이번 후쿠시마 원전 비상사태를 계기로 우리 원전의 안전 기준과 체제를 비롯해 정책 결정 과정에서 사회적 수용성을 더욱 충실히 반영할 수 있어야 한다고 본다. 특히 중요한 것은 우리가 풀어야 할 과제의 본질에 대한 정확한 이해와 소통이 중요하다는 것이다. 각각 다른 입장에서 평행선을 그리다 보면, 문제의 본질을 빗겨나 합리적 결론은 요원해질 것이다. 과거의 방사성 폐기물 관리 정책이 표류했던 경험에 비추어, 그 의사결정 과정은 정부 주도가 아니라 민간 주도의 기구에서 다루는 것이 바람직하다고 본다. 사회적 논의 구조를 통해 보다 체계적으로 폭넓게 여론을 수렴하고 난제를 풀어가기 위해서는 독립적이고 신뢰를 받는 메커니즘의 구축이 필수이기 때문이다. 원전의 오늘과 내일에 대한 각론을 모아 총론으로 통합하는 협상의 기술이 절실히 요구되는 시점이다

정책 결정은 다양한 가능성을 열어 놓고 기술적, 사회적 공론화를 거쳐 합의를 이루는 방식으로 진행되어야 할 것이다. 무엇보다도 사회적 합의 도출의 과정과 절차에 대한 기본 원칙을 바로 세우는 것이 중요하다. 사용후핵연료 관리는 가장 민감한 기술 공학적, 사회 가치적 이슈를 다루는 문제이므로 전문가 그룹 간의 합의와 공감대 형성으로 과학적 근거를 도출하고, 그것을 바탕으로 사회적 의사 결정 과정의 민주성, 합리성, 효율성을 극대화하는 방향으로 합의를 이끌어내야 할 것이다.

사용후핵연료의 재활용 또는 직접 처분 등의 최종 관리에 대한 국가 정책을 결정하기 위해서는 기술적 측면뿐만 아니라 국제적 환경의 여건이 무르익어야 한다. 지역 사회 합의 등 사회적 수용성 확보의 국내 정치적, 사회적 조건의 충족은 기본이다. 그러나 원전 선진국의 사례에서 보듯이, 그 과정에는 장기간이 소요될 것이다. 현재 지구상에서 핵 문제로 가장 관심이 집중되어 있는 지역, 한반도에서 이 민감한 현안을 어떻게 풀어갈 것인가는 대내적 협상 능력과 대외적 원자력 외교 역량까지 시험하는 형국이다. 원자력의 평화적 이용에 대해서도 국제 사회의 시각을 무시할 수 없는 것이 한계조건임을 인정한다면 역발상으로 국제협력에 의해 우리 편을 만들어 이해시키고 설득하는 노력이 더욱 중요하리라 판단된다.

## 2. 원전은 기술적으로 조정 가능한 수준에서 안전하다고 보는가?

원자력계에 의하면 원전의 안전성은 기술적으로 강화되고 있다. 최근 건설되고 있는 원전은 기술 발전에 의해 중대 사고가 발생한다 하더라도 방사능 누출로 이어지지 않도록 여러 단계의 안전 시스템으로 설계되었다는 점이 강조된다. 그러나 원전의 반대 진영은 원전이 이론적으로는 안전하다고 하더라도 결국 사람이 다루기 때문에 필연적으로 안전에 허점이 생길 수밖에 없다는 데 주목한다.

또한 원전 반대 측은 사용후핵연료 처리에 대한 기술이 확보되지 않았으므로 미완성의 기술이라고 지적한다. 고준위 방사성 폐기물인 사용후핵연료의 누적으로 인해 대중, 특히 해당 시설 지역주민이 방사능에 유출될 가능성이 있음을 우려하고, 재처리를 하는 경우 플루토늄이 핵무기 제조에 사용될 위험성을 우려한다. 반면 원자력계는 고준위 방사성 폐기물의 관리 기술이 이미 전 세계적으로 실용화되어 널리 보급되어 있으므로 보편적 기술로서 관리 가능하다는 점을 강조한다.

원전의 안전성은 기술적으로 얼마나 보장될 수 있는 것인가?<sup>254)</sup>

원자력의 장점을 일방적으로 부각시키고, 사고 확률이 100만분의 일이라는 식의 홍보 전략은 설득력을 갖지 못할 것이다. 국민의 이해와 공감을 얻기 위해서는 사실적이고 정확한 정보를 확인시킬 수 있는 방안이 무엇인지 원점에서 재검토할 필요가 있다. 우선 원전 사업자를 비롯한 원자력계의 안전 의식을 다지는 것부터 선행되어야 할 것이다. 원자력 산업의 존속을 위해서는 인재(人災)가 있어서는 안 되기 때문이다. 원자력의 이용에서는 안전성 확보가 최우선이라는 사실을 원자력

254) [더글러스 러미스 칼럼]원자력은 절대 부패한다, 2012.4.18  
<http://news.khan.co.kr/kh-news/khan-art-view.html?artid=201204182111485&code=990000>

계가 먼저 인정하고, 원자력 기술의 한계를 인정하는 등 스스로 거듭나는 계기로 삼아야 할 것이다. 원전에 대한 안전 점검과 기준 강화 등의 과제에 선도적으로 나서서 국민 신뢰를 얻는 방향으로 접근해야 할 것이다.

후쿠시마 원전에서 사용후핵연료 저장조 사고는 냉각 실패가 얼마나 큰 방사능 오염을 야기할 수 있는지 경고하고 있다. 그 피해 정도가 노심에서 핵연료 용융과 압력 용기 파손에 의한 것 못지않게 심각하다는 가능성을 제기하고 있기 때문이다. 앞으로 사용후핵연료 관리에서는 저장조의 냉각수 상실의 경우를 비롯해 다양한 비상상황 시나리오를 설정하고 그에 대한 사용후핵연료 거동을 파악하여 대응하는 구체적 대비책을 마련해야 할 것이다.

장기적으로는 사용후핵연료를 안전하고 효율적으로 관리하고 처리할 수 있는 연구 개발에서 돌파구를 찾아야 할 것이다. 그런 의미에서 사용후핵연료의 부피를 줄일 수 있는 파이로 공정, 고준위 폐기물의 처분 시스템 기술, 사용후핵연료를 소멸시킬 수 있는 고속로 개발 등은 기대를 걸게 한다. 그러나 이들 연구는 아직 초기 단계에 머물러 있고, 그 진도가 당초의 기대에 못 미치고 있다. 앞으로 국제 협력을 강화해 기술 혁신의 속도를 낸다면 보다 빨리 핵연료 후행 주기의 기술적 해결에 기여할 수 있을 것이다.

폐로 기술 등 원자력 후행 주기에 관련되는 연구 개발에도 눈을 돌려야 할 것이다. 이러한 연구 결과를 반영할 수 있도록 정책과 사업의 유연성을 열어놓는 것도 또한 중요하고, 전략적으로 국제협력을 중시하는 접근이 필요하다. 중장기적으로는 한·미 원자력 협정의 재개정과 더불어 한·미 협력과 한·중·일 3국간 협력을 강화하고, 단기적으로는 한일 양국 간 방폐물 처리 방안에 관한 국제적 협력 방안을 모색하는 등 다각적으로 모색할 필요가 있다. 그렇게 함으로써 우리 원자력정책과 정부에 대한 국제 사회의 신뢰를 높이고 실질적인 처리 방안모색에 도움이 될 수 있기를 기대한다.

### 3. 원자력은 발전의 다른 에너지원에 비해 경제적인가?

원자력계는 원자력이 가장 경제적인 에너지라고 강조해 왔다. 화석연료의 가격은 해를 거듭하며 계속 오름세이고 앞으로도 그러할 것으로 전망된다. 재생 에너지의 발전 단가는 비현실적으로 높고 기술적으로도 혁신의 여지가 많고 입지 한계 등의 이슈로 인해 사회적 인프라로서 자리를 굳히는 것도 불확실성이 크다.

만일 우리나라가 원전을 중단하는 경우 가구당 연간 120만원의 전기요금이 추가된다는 연구 결과가 나오고 있다. 이는 '원전 제로'를 선언한 일본의 사례에서

유추할 수 있는 사안이다.<sup>255)</sup> 또한 원자력 발전을 중단하는 경우 현재의 전력 수요를 충당할 대체 방안이 없다는 것이 현실적 장애요인이다. 전력 예비율이 충분하지 못한 상황에서 국가 총 전력 생산의 1/3을 담당하는 원전의 가동을 중단할 경우 막대한 부담이 불가피하기 때문이다. 총 전력 수요의 50%를 차지하는 산업계가 입는 타격은 특히 심각할 것으로 예상된다.<sup>256)</sup>

그러나 후쿠시마 사고를 계기로 원자력의 경제성은 그 어느 때보다도 의심을 받고 있다. 반핵 진영에서는 천문학적인 사고 피해 복구 비용에 주목한다. 또한 원자력의 경제성 산출에서 초기의 막대한 건설 비용과 폐로 후의 해체 비용, 연구 개발 재원 등이 전기요금 산정에 제대로 반영되지 않았다고 문제 삼는다.<sup>257)</sup>

우리나라에서 원전 사고가 발생하는 경우 전력회사는 5천억 원을 한도로 유한 배상 책임을 지고, 그 이상의 피해는 고스란히 정부가 지원하게 되어 있음을 지적한다. 결국 국민의 세금으로 모두 부담하게 된다는 것이다. 일본의 경우 1200억 엔이 최소 확보 금액이고 그 이상은 '무한 책임'을 규정하고 있다. 또한 우리 정부는 2003년부터 원전 철거 비용을 호기 하나당 3251억 원으로 상정하고 이를 '원전 철거비 충당금'으로 정하고 있다. 그러나 일부 전문가는 원전 1기당 철거 해체 비용을 6000억 원 이상으로 추산하고 있다.

또한 원자력계는 원자력이 일자리를 창출해 사회경제적으로 기여한다고 주장한다. 독일이 원전을 포기하는 상황에서 한국이 과감히 원전에 투자하여 원전 비율을 50~80%로 올리면 세계의 기업들이 한국으로 몰려올 것이며, 2030년까지 원전 80기 수출 계획이 달성되면 약 70만 명의 일자리가 생긴다고 주장한다.<sup>258)</sup> 이에 대해 원자력 반대 진영은 원자력이 아니라 재생 에너지 부문이 훨씬 더 많은 일자리를 보장한다고 주장한다.

그렇다면 과연 원자력 발전의 경제성은 어떻게 가능해야 할까?

2008년 '저탄소 녹색 성장'을 국정 비전으로 제시한 이후, 정부는 저탄소 에너지 비중을 높이려는 정책을 그 어느 때보다도 적극 추진하고 있다. 목표는 에너지원 단위를 0.341에서 0.185까지 줄여 에너지 효율을 높인다는 것이다. 에너지 효율 향

255) 日 "2030년 원전 제로면 전기료 최대 2배" - 2012.5.10

(<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=101&oid=001&aid=0005608620>), 당장 원전 중단하면 가구당 전기료 4배 된다 - 2011.4.18 (<http://www.etnews.com/news/economy/education/2487912-1491.html>)

256) 당장 원전 중단하면 가구당 전기료 4배 된다 - 2011.4.18 (<http://www.etnews.com/news/economy/education/2487912-1491.html>)

257) 원자력 발전단가 화력보다 싸지 않다, 2011.9.14, (<http://www.hani.co.kr/arti/international/japan/496119.html>)

258) [기고/박재광] "원전은 일자리 창출의 근원"... 긍정 마인드 갖자 - 2012.1.5

(<http://news.donga.com/3/all/20120105/43090291/1>)

상에서 지금까지 거둔 실적을 고려할 때 어떻게 정책 효과를 거둘 수 있겠는가 문제가 된다. 예를 들면 우리나라의 재생 에너지 보급은 최근까지도 거의 불모의 지경이었다. 선진 기술 시장은 이미 확장 단계이고 국내 산업은 태동 단계인 형편에서, 단기간에 엄청난 기술 격차를 극복하고 상용화와 시장 진입을 한다는 것은 결코 쉽지 않다. 에너지 기술 혁신의 장애 요인도 여전하다. 첫째, 녹색 에너지 산업에 대한 인식과 활성화 기반이 미흡하다. 경제성의 불확실성으로 인해 투자가 활성화 되지 않았다. 신기술 연구 개발의 재원도 선진국과 10~30배 차이가 난다. 화석 에너지 의존형 에너지 믹스(2007년 83퍼센트) 체계가 고착되어 그 장벽을 넘기가 힘들다. 연구 개발 성과와 시장 연계에도 미흡했다. 연구 개발에 머물러 기술 검증 사업과 보급(Demonstration & Deployment, D&D)까지 연계되지 못했다. 공공 부문의 수요 창출 효과가 미흡하고 인센티브가 취약한 것도 장애 요인이었다. 단적으로 2000년대 들어 에너지 연구 개발 예산은 크게 증액됐으나, 상용화 보급 실적은 제자리에 머물렀다. 에너지 효율을 높인다는 에너지 정책은 정부마다 대를 이어 가며 강조한 것이었다. 그러나 구호처럼 내려 온 에너지 저소비 정책의 결실이 무엇이었나? 에너지 자원 확보에 못지않게 국가 에너지 이용의 효율을 극대화할 수 있는 경제 체제와 사회적 인프라로 전환해야 할 필요가 있다. 그것은 단기간에 이루어지지 않는다. 정부가 내 놓은 수요부문의 에너지 절감, 에너지 이용 효율화, 자율적 에너지 시장 확립, 에너지 가격 체계 개선 등을 효과적으로 연계하는 방안이 실효를 거두어야 하는데, 정책 효과를 거둘 수 있는 노하우가 문제이다. 원자력 정책은 이러한 큰 틀의 구도 속에서 그 역할을 찾아야 할 것으로 보인다. 이 모든 정책의 추진에 대해서 민간 부문과 국민의 동참을 이끌어내는 리더십의 발휘가 관건이 될 것이다.

#### 4. 원자력의 환경성은 어떻게 평가해야 하는가?

원자력계의 주장에 의하면 원자력 발전은 지구 환경과 에너지 환경을 고려할 때 전력 생산에서 가장 현실적이고 불가피한 대안이다. 기후변화 대응에서 원자력 발전은 재생 에너지보다도 유리하다. 화석연료 발전과 달리 발전 과정에서는 이산화탄소가 배출되지 않으므로 지구 온난화에 의한 기후변화에 대응하는 수단이기 때문이다. 또한 대기 오염 물질의 배출에서도 화석연료에 비해 훨씬 유리하다. 이런 측면에서 원자력은 일정 부분 환경문제 해결에 기여할 수 있는 에너지라고 말할 수 있다.<sup>259)</sup>

259) 한국원자력문화재단, 「원자력발전의 특징」—원자력발전량을 화석연료로 대체했을 경우, 2010년 기준 (<http://www.konepa.or.kr/home/information/status-speciality.asp>)



그러나 원자력이 환경에 미치는 영향에 관해서는 또 다른 측면이 존재한다. 원전 가동에서 필연적으로 발생하는 고준위 방사능의 사용후핵연료의 방사능을 낮출 수 있는 기술이 없고, 현재 수준으로는 지하 암반 500-1000미터에 10만년의 안전 관리를 목표로 심지층 처분을 하는 정도이기 때문이다.<sup>260)</sup> 이 점이 반핵 진영이 강조하는 대목이다. 또한 사용후핵연료의 중간 관리에 대해서도 비용과 안전성 논란이 끊이질 않는다. 그리고 핵 연료 농축 과정에서 이산화탄소가 발생된다.

그렇다면 원자력을 친환경 에너지, 청정 에너지라고 말하는 것이 얼마나 타당한가?

원전을 이른바 ‘녹색 에너지’라고 강조하는 것은 적절치 않다. 원전자체의 온실가스 감축 효과가 큰 것은 사실이나 근본적으로 핵연료후행 주기에서 나오는 방사능을 어느 정도라도 처리할 수 있는 기술이 아직 없기 때문이다. 현재 몇 가지 연구가 진행되고는 있으나, 당초 기대에 못 미치고 있어 수십 년의 세월이 더 걸려야 뭔가 얻어질 것이다.

또한 원자력과 다른 에너지와의 경제성을 비교하는 것도 간단치 않다. 다른 에너지원의 환경오염과 원자력의 잠재적 방사능 위협을 동일 기준에서 비교할 수가 없지 않은가. 이러한 상황에서 원자력이 유리한 에너지라는 주장은 결코 설득력을 가질 수 없을 것이고, 시민 사회의 합의를 이끌어내지도 못할 것이다. 무엇보다도 원전 운영과 사용후 핵연료 관리에서 잠재적 사고 위협이 존재하는데, 그 확률이 100만분의 1이라는 홍보 문구로 해결되겠는가 말이다.

그렇다고 해서 원자력을 폐기해야 한다는 주장도 반대를 위한 반대로 들리기 쉽다. 화석 연료 이외의 주된 에너지원으로서 다른 대안을 내놓을 수 있는 사정이 못되기 때문이다. 미완의 기술임에도 불구하고 원자력 에너지는 현존하는 기술로서 전기료를 낮게 붙들어 매어 주는 결정적인 역할을 하고 있다. 더욱이 에너지 안보는 갈수록 더 중차대한 국정 과제가 되어 가고 있어, 원자력 정책은 단순히 구호 차원에서 풀릴 수 있는 성격이 아니다. 원전을 급격히 축소하는 경우 그에 수반되는 부담을 누가, 어떻게 지게 될지를 따지지 않을 수 없다.

이를 인정한다면, 반핵 운동도 원자력에 대한 대중의 공포감만 자극하기보다는 대안 제시형으로 진화할 필요가 있다. 국민들로부터 유리되고, 님비 갈등으로 비쳐진다면, 반대 주장의 타당성을 정책에 반영하기가 더 어려워질 것이다. 이제 원

260) 김명자, 원자력 발전과 환경산업의 융합적 발전방안 연구, 2009.05, 김명자, 2009.5, ‘원자력 발전(發電)과 환경산업의 융합적 발전방안 연구’ 보고서 부록 A. 원자력에 관한 독일 연방 환경부의 Q&A 자료

전에 대한 시민 운동도 그 차원을 달리 해서, 국가 에너지 이용의 효율을 높이는 데서 돌파구를 찾아야 할 것이다. 이러한 노력을 통해 사회적 쟁점에 대한 합의를 이끌어내는 시민 단체의 협상 능력이 한 단계 높아지는 계기가 됐으면 한다.

## 5. 원자력의 비민주성과 비윤리성을 주장하는 원전 반대 논리와 원자력 정책과는 양립 가능한가? 조화를 이룰 수 있는 길이 있는가?

원자력의 실용화는 당초부터 거대과학의 전형으로 자리했다. 반핵 측은 원자력계 내부적으로 카르텔이 존재한다고 지적한다. 실제로 원자력 관련 기관의 대부분의 인사가 서로 인맥으로 엮여 있음을 예로 든다. 이는 원자력 내부의 견제가 제 기능을 하지 못할 위험성이 있다는 주장의 근거가 되고 있다. 또한 원전 수명 연장을 위한 절차에는 평가보고서를 원안위에 제출해 심사받는 것만 규정돼 있을 뿐 주민들의 의견 수렴이나 공청회가 빠져 있음을 지적하며, 원자력의 관리가 비민주적이라 비판한다.<sup>261)</sup>

또한 원자력의 비윤리성이 반대 논거의 근거에 깔려 있다. 일례로 원전 시설 부지가 “인구 수가 적고, 학력이 낮고, 서울과 멀리 떨어진 곳”에 주로 선정되었다고 비판한다. 즉 원자력 발전은 인간 차별을 내포하고 있으며, 현장 노동자와 인근 주민 등의 사회적 약자의 희생을 바탕으로 하는 시스템이라고 비판한다. 또한 미래의 세대에 대한 배려 없이 현세대의 단기적인 이익만을 취하는 것이 비윤리적이라고 지적한다.

그러나 세계적으로 에너지 자원의 분포는 편재되어 있는 것이 특징이고 있는 곳에서 없는 곳으로 경제 논리에 의해 공급되고 있는 것이 현실이다. 그리고 어느 나라에서나 인구 밀도가 높은 지역에 원자력 발전소를 입지시키는 것은 여러 측면에서 현실성이 떨어진다.

그렇다면 반핵 측이 지적하는 원자력의 비민주성, 비윤리성에 대한 비판, 그리고 국가 에너지 안보 상황에서 전기 에너지를 공급해야 하는 정부 당국의 정책 사이에서 협의에 의한 통합 조정이 이루어질 수 있을 것인가? 상호 설득에 의해 합의 도출이 가능할 것인가?

핵시설과 관련된 인지 위험의 특징은 원자력 산업과 관련해 여론을 조성하는 것에 부정적인 영향을 준다는 것이다. 대중의 눈높이에서는, 그리고 핵시설에서

261) 진보신당, 정부의 의사결정을 ‘거수기’로 만드는 핵마피아!, 2012.03.06

멀리 있는 개인 사이에서는, 대중문화와 대중 매체가 이러한 문제점의 인지도에 영향을 주고 원자력 리스크에 관한 인식이 여론에 미치는 영향을 확대시키는 역할을 한다. 그러나 원자력 리스크 커뮤니케이션에서 원자력계는 흔히 다양하고 복잡한 대중을 이해하지 못하곤 한다. 원자력 산업은 타당한 과학적 기술적 이유를 들어 수치학적인 리스크 평가과정을 강조하고 있다. 그러나 이것은 인지 리스크의 맥락적인 특성을 인정하거나 수용하지 못하는 실패를 초래한다. 특히 원자력 분야에서 과학적, 기술적인 리스크 평가를 문화적 맥락과 지역의 일상생활의 리듬에 스며들어 있는 인지 리스크와 관련된 질적인 요소를 결합하는 면에서 취약하다는 평가를 받고 있다.<sup>262)</sup> 그리고 이에 대한 결과로 대중은 과학을 이해할 수 있도록 접근하기 쉬운 방법을 제공받지 못하고 있다.

과학자들은 일반적으로 과학 그 자체의 언어와 절차로 위험을 정의한다. 그들은 발생할 수 있는 위해의 특성과 그것이 일어날 확률, 그리고 거기에 영향을 받는 사람의 수를 생각한다. 이에 반해 대부분의 국민은 위험의 크기나 확률에는 별로 관심을 두지 않고, 보다 광범위하고 질적인 부분에 신경을 쏟는다. 그런 판단기준에는 위험감수의 자발성, 개인에 의한 통제 가능성, 필수성과 불가피성, 친숙성인가 이질성인가, 위험 근원이 자연적인가 또는 기술에 의한 것인가 등이 있다. 따라서 원자력계는 이를 모두 포괄 할 수 있는 원자력 커뮤니케이션 방법을 통하여 원자력 시설 안전에 대한 인식에서 공학적 안전 기준과 사회적 안전 인지의 차이를 극복하는데 노력해야 한다.<sup>263)</sup>

우리나라를 비롯하여 원전 선진국들조차 과거에는 DAD(결정-홍보-방어)식으로 사용후핵연료 처리 부지를 선정하고 사업을 일방적으로 진행하였다. 그러나 이 과정에서 사회적 갈등이 심화되자 오늘날 원전 선진국들의 부지 선정 방식은 지역 주민들의 의견을 수렴하고 정보를 공유하여 함께 결정해 나가며 사회적 수용성을 확보하는 쪽으로 변화하는 실정이다.

이미 최종 처분 부지를 결정한 스웨덴과 핀란드의 사례는 우리에게 시사하는 바가 크다. 부지 조사부터 선정까지 긴 시간 동안 철저한 조사와 후보 부지들의 지역 주민들을 상대로 대화와 토론을 거듭한 결과 (스웨덴의 경우 33년 걸려 최종 처분 부지를 확정) 결국 사회적 갈등을 최소화하고 원전 사업자와 지역 주민 모두를 만족 시키는 결과를 가져올 수 있었다.

과거 중저준위 방폐장 선정 과정의 극심한 사회적 갈등과 비용 낭비의 과정을 되풀이 하지 않으려면 선진국의 최종처분장 정책 결정 사례에서 보듯이, 중간

262) Risk perception and energy infrastructure, 2011, www.parliament.uk

263) Society and Nuclear Energy: Towards a Better Understanding , OECD , 2003.

저장이라고 하더라도 절차는 사회적 합의 도출을 위한 별도의 논의 기구 설치로 지역사회와 국민의 의견을 수렴하는 거버넌스 체제 구축에 의해 시안에 대한 재검토가 필요할 것이다. 정직성과 투명성은 기본으로 원자력계가 다른 전문가 그룹과 시민 사회의 목소리에 귀를 기울이고, 그들에게 원전 산업의 실상을 있는 모니터링하고 점검할 수 있는 기회를 부여한다면 명목상의 거버넌스가 아닌 실천적 거버넌스가 실현될 수 있을 것이다. 반대자들 역시 맹목적인 반대와 감성적인 공포에서 벗어나 원자력의 과학적 실상을 있는 그대로 보고, 현실적인 대안을 내놓아야 한다.

## 6. 원자력 발전의 지속가능성은 어떻게 평가될 수 있는가? 에너지 절약 정책과 재생 에너지 보급 등이 증가일로인 전기 에너지 소비의 대안이 될 수 있을 것인가?

원자력 발전의 연료인 우라늄 매장량이 2025-2050년쯤 바닥을 드러낼 것이라는 예측이 나오고 있다. 우리나라의 1인당 전력 소비량은 2000년 5704kwh에서 2011년 9493kwh로 2배 가까이 늘었다. 정부는 1인당 전력 소비량이 2030년 1만 3510kwh로 증가할 것으로 내다보고 있다. 정부 전망대로 2030년 전력의 59%를 원자력으로 충당하게 된다면 2006년 사용량 전체만큼의 전기가 원자력에 의해 생산된다는 계획이다. 원자력 의존도가 높은 상황에서 우라늄이 고갈되면 더 이상 지속가능하지 않고, 사용후핵연료의 처리도 난관에 부딪칠 것이라고 반원자력 진영은 주장한다.

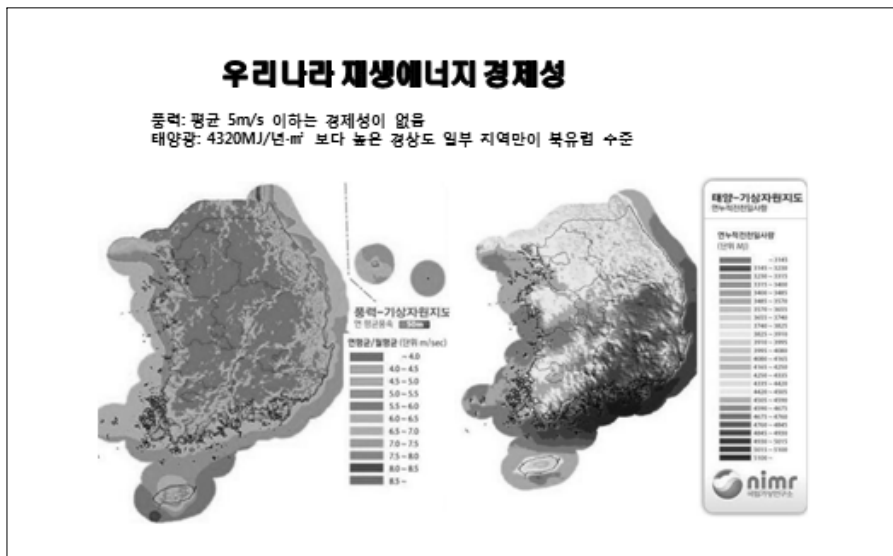
그리고 재생 에너지 개발 보급으로 원자력 에너지를 대체할 수 있음에도 정책적 오류로 인해 실현되지 못하고 있다고 보고, 독일을 모델 국가로 설정하는 경향이다. 그러나 일부 전문가에 의하면 우리나라의 재생 가능 에너지원의 공급원이 매우 제한되어 있어, 대체 가능성이 비현실적이라고 진단한다. 세계적으로 재생 에너지의 기술 개발과 보급은 정부의 보조에 의해 추진되고 있어 거품을 우려하는 목소리도 만만치 않다. 그러나 세계적으로 연구비의 급증으로 연구개발이 활성화되는 가운데 그 타당성을 강조하는 목소리가 커지고 있는 것도 사실이다.

이러한 상황에서 에너지 소비 절약과 규제, 대체 에너지로 한국의 에너지 안보를 해결할 수 있을 것인가?

현재 사정으로는 사실상 당장 원전을 대체할 대안이 마땅치 않다. 그러나 원전을 당장 그만두자고 하기는 쉽지 않다. 환경 단체들은 에너지 절약을 강조하며

원전 의존성을 줄여야 한다고 주장한다. 그러나 에너지 효율 높이기가 공허한 구호로 그친다면 원전 의존도를 낮출 수 있는 길이 보이지 않는다. 원자력에 내재해 있었던 위험성과 사회적 갈등을 어떻게 극복하고 균형을 잡을 수 있을지, 난제이다.

에너지 해외 의존도가 높은 국가일수록 기존의 원전 정책을 전환하는 일은 어려워질 것이다. 물론 태양광, 풍력 등 재생 가능 에너지원의 개발과 보급이 유력한 대안이고, 일부 성공을 거두고 있는 것도 사실이다. 그러나 그 보급에 필수요건인 경제성과 기술력에서 아직은 갈 길이 멀다.



[그림 73] 우리나라 재생에너지의 경제성<sup>264)</sup>

우선 그 간헐성 때문에 전력 저장 장치가 뒷받침되어야 제대로 쓸 수 있다. 또한 분산성 등의 제약 조건으로 인해 현존하는 사회적 산업적 인프라를 작동시킬 수 있는 주된 에너지원으로는 한계가 있다. 게다가 화석 연료에 부과되는 고비용의 세금 대신 오히려 공적보조를 필요로 하는 에너지원이라는 점에서 조세 정책의 큰 틀과 맞물려 있다.

저탄소 녹색 에너지의 21세기 새로운 에너지 체계를 구축하는 데에는 얼마나 걸릴까. 아마도 반백년은 걸릴 것이다. 현재 기대를 걸고 있는 에너지 기술들이

264) 제무성(한양대학교 원자력 공학과 교수), 에너지미래교수포럼에서 발표한 자료, 2012.06.11

개발된다고 하더라도 새로운 사회적 인프라를 깔기까지에는 또다시 긴 세월이 필요하다. 그 때문에 그 과도기의 ‘징검다리 에너지(bridge energy)’로서 원자력이 부상했던 것이다. 결국 원전의 향방은 원전의 축소나 신규 건설 정책 유보라는 흐름의 다른 한편에서 엄연히 작용하고 있는 이들 에너지 안보 차원의 압력을 어떻게 해소할 수 있겠는가를 반영하는 선에서 조정될 수밖에 없을 것이다.

원자력을 다룰 때에는 ‘균형’이 중요하다고 본다. 원자력 찬성론자 쪽에서 주장하는 논거와 원자력 반대론자 쪽에서 주장하는 논거 사이에서 균형을 잡아야 보다 안전한 원전 운영이 가능하리라 보기 때문이다.

국가 에너지 이용의 효율을 극대화할 수 있는 경제 체제와 사회적 인프라로 전환하는 일은 단기간에 실현되기가 어렵다. 그러기에 기후변화 대응과 지속 가능 발전을 위한 신에너지 개발과 보급은 지속적으로 촉진되어야 한다. 그러기 위해서는 원전 기술 확보와 상용화, 인프라 확충 등에서 실효성을 높일 수 있어야 하고, 국가 혁신 체계(National Innovation System)의 효율적 작동이 중요하다.

우리나라는 기후변화 대응에 대한 국제적 압력과 더불어 에너지 자원의 ‘무기화’ 현상에 대비할 필요성이 그 어느 나라보다도 절실하다. 에너지 안보를 위해 에너지 비축 등의 단기 정책은 물론 국산 에너지와 대체 에너지의 개발, 에너지 이용 효율 향상, 에너지 절약 등의 정책 실효성을 거두어야 하고, 에너지 믹스 정책을 균형있게 구사해야 한다. 이런 의미에서 원자력의 비중이 확대되고 있었던 것인데, 원전의 확대 정책을 단기간에 대폭 수정하는 경우 전력을 어디에서 충당할 것인가의 난제가 대두되고, 그것을 해결할 수 있는가 여부가 정책 조정의 관건이 될 것이다.

## 7. 원전의 세계 시장은 어떻게 전개될 것인가? 해외 진출의 계기를 맞은 한국이 원자력 기술 자립도를 활용하는 것은 타당하며 가능한 일인가?

후쿠시마 사고 이후에도 원전 확대 정책을 유지한다고 밝힌 국가들이 여럿이다. 요르단, 캐나다 등을 비롯하여, 중국 등 아시아 지역의 확대 정책도 크게 위축될 것이란 전망은 없다. 세계원자력협회에 의하면 앞으로 5년 안에 29개 국가가 154개의 원전을 세울 계획으로 알려지고 있다. 그리고 이 예상치는 앞으로 15년이 지나면 36개 국가, 342개로 늘어날 것으로 추산된다.<sup>265)</sup> 또한 후쿠시마 사고에도 불구하고 원자력 해외 시장 진출의 선도국인 러시아 등은 진출 정책을 더욱 강화하

265) World builds new nuclear power plants - 2012.4.16  
(<http://nuketech10.blogspot.com/2012/04/nuclear-energy-future-trends.html>)

고 있고, 원자력 강국 사이의 기술 협력 또한 활성화되고 있다.

그러나 세계적으로 원전에 대한 반대의 목소리가 높아진 것도 현실이고, 독일, 이탈리아, 벨지움, 일본 등은 탈원전을 선언했다. 독일의 경우 2022년까지 모든 원전을 폐쇄하는 완전한 탈핵 정책을 추진하고 있다. 이런 상황에서 다른 한편으로 우리나라의 에너지 기술 가운데 경쟁력을 갖춘 것을 기반으로 글로벌 시장에 진출하는 전략적 접근도 고려할 수 있다.

그렇다면 한국의 원자력 기술의 해외 진출 정책은 어떻게 방향을 잡아야 하며, 국제사회에서 전반적으로 경쟁력을 가질 수 있겠는가?

과학기술은 국제적 성격이 가장 큰 분야이고, 그중에서도 원자력은 특히 그렇다. 원자력의 실용화부터 그랬고, 안전 기준과 운영 체제에서도 국제적 표준을 충족하는 것이 전제 조건이다. 1953년 아이젠하워 대통령이 죽음보다는 삶을 위한 에너지를 개발하자면서 IAEA 설립을 제안한 것은 국제적 표준화를 의미하는 것이었다. 따라서 국제무대에서 신뢰를 얻을 수 있는 원자력 외교가 핵심 역량이고, 원전의 지정학적 입지도 주요 요소로 떠올랐다.<sup>266)</sup>

원자로형 개발도 원전 선진국들은 고유 원자로 모델 개발에 나서고 있지만, 그 인허가 기준은 역시 국제적 기준을 충족시켜야 한다. 원전의 기술 개발도 특정 국가가 담당하기에는 재원 투입의 규모와 소요되는 시간이 너무 길다. 더욱이 핵무기 개발 가능성과 관련되어 실험도 마음대로 할 수가 없다. 설계수명을 다한 원전의 운전을 연장할 것인가의 여부도 국제 기준을 따라 시행된다. 따라서 국제 규제를 철저히 지키고, 국제협력 연구로 부담을 줄이는 것이 최상의 전략이다. 무엇보다도 원전 사고가 나는 경우 그 피해는 국경을 넘어 세계로 번진다. 원전산업의 생명이 안전이라는 사실에 동의한다면, 안전규제에 있어서도 국가 간 협력이 필수적이다.

후쿠시마 사고 이후 글로벌 에너지 리더십에서 원전의 안전성보다 더 중요한 과제도 없을 것이다. 원전 안전에 대한 국제협력은 세계 정상들이 반드시 다루어야 할 의제이다. 그리고 그 틀에서 중국을 비롯한 동북아 3국 원전 조밀 지역의 안전성을 보장할 수 있는 시스템을 구축하는 노력으로 구체화되어야 한다. 뿐만 아니라 국제적 협력을 이끌어내는 역량은 앞으로 불가피하게 원자력 공동체를 선도해야 할 주도 국가로서 필수적 과제가 될 것이다.

원전 선진국에서 원전에 대한 찬반을 떠나 다 같이 동의하는 것은 다수의 신규

266) 김명자, 「원자력 평화적 이용 국제신뢰 심어야」, 《국민일보》, 2010. 1. 7.

원자료를 건설할 수 있는 역량이 상당히 미흡하다는 것이다. 무엇보다도 원자력 전문 인력의 부재가 큰 문제로 지적된다.

원전의 특성은 일단 가동이 시작되면 40년 - 60년의 기간 동안 운영되려니와, 앞으로 국내 신규 원전 부지 선정과 건설, 원전 설계수명 연장, 사용후핵연료 중간관리 방안 추진, 원전 해외 시장 진출 등의 주요 원자력 당면 과제를 해결해야 하는 시점에서 원전에 대한 부정적 사회적 분위기가 원자력 전문 인력 양성에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상되므로 이에 대한 조사연구에 의해 해결 방안을 모색할 필요가 있다. 원자력 인력 양성에 관한 이론적 조사 연구 사업에서 나아가 현장 중심의 포럼 사업에 의해 연구기관, 대학 등의 인력을 대상으로 포럼을 운영하여 현실적 개선 방안을 제시할 필요가 있다.



## [연구 책임자 이력]

### 이력사항

이름 : 김명자 (金明子, KIM Myung-Ja)  
생년월일 : 1944. 7. 13  
주소: 서울 용산구 이촌동 302-64 장미아파트 19-B  
연락처: 010-7201-1365



#### ◆ 학력

1956.3 ~ 1962.3 경기여중/경기여고 졸업 (3개년우등상)  
1962.3 ~ 1966.2 서울대학교 문리과대학 화학과 졸업  
1967.9 ~ 1971.8 미국 University of Virginia 대학원 졸업 (Ph.D.)

#### ◆ 주요 경력

2004.5 ~ 2008.5 제17대 국회의원 (국방위원회 간사 / 국회 윤리특별위원장)

1999.6 ~ 2003.2 환경부 장관 (국민의정부 최장수장관, 헌정 최장수여성장관  
법적 근거에 의한 정부부처업무평가 제1회, 2회 2001, 2002년 환경부 최우수부처  
대통령표창 수상)

1974.3 ~ 1999.6 / 2003.9 ~ 2004.8 숙명여대 교수 (이과대학장, 화학·科學史) /  
서울대 기술정책대학원 CEO 초빙교수 / 명지대 석좌교수 /  
KAIST 과학기술정책대학원 초빙교수(특훈)

## ◆ 상세 이력 사항

기간	내용
2012.11 ~ 현재	한국수자력원자력 원자력정책자문위원
2012.11 ~ 현재	원자력비전특별위원회 고문 (한국원자력학회)
2012.8 ~ 현재	녹색소비자연대 고문
2012.6 ~ 현재	아산정책연구원 핵정책기술센터 자문위원
2012.5 ~ 현재	아시아 투데이 고문
2012.4 ~ 현재	한국환경한림원 정회원
2012.2 ~ 현재	한국여성단체협의회 정책자문위원
2012.1 ~ 현재	(사)한국여성과학기술단체총연합회 회장
2012 ~ 현재	(사)한국원자력포럼 고문
2012 ~ 현재	아산핵정책기술센터 자문위원
2011.8 ~ 현재	2018 평창동계올림픽지원범국민협의회 공동의장
2011.8 ~ 현재	(사)맥지청소년사회교육원 고문
2011.6 ~ 현재	자원봉사진흥위원회 위원(위원장 국무총리)
2011.4 ~ 현재	대한민국 헌정회 이사
2011.4 ~ 현재	(사)지속가능과학회 고문
2011.4 ~ 현재	극지포럼 공동대표
2011 ~ 현재	과학문화융합포럼 고문
2010.5 ~ 현재	여성가족부 여성정책 자문위원(총괄 자문위원)
2010.4 ~ 현재	(사)김대중 평화센터 이사
2009.12 ~ 현재	대통령 직속 사회통합위원회 위원
2009.12 ~ 현재	(사)아시아정당국제회의(ICAPP) 사무국 감사
2009.3 ~ 현재	한중일 30인회 한국 위원
2009.2 ~ 현재	(사)4월회 부회장
2009.1 ~ 현재	유민문화재단 홍진기 창조인상 심사위원
2008.9 ~ 현재	KAIST 초빙특훈교수
2008.9 ~ 현재	KAIST 총장 자문위원회(PAC) 위원
2008.8 ~ 현재	(사) 그린코리아21포럼 이사장
2008.2 ~ 현재	(재) 아산정책연구원 이사
2007.5 ~ 현재	(사) 과학문화진흥회 회원
2004.3 ~ 현재	서울대학교 총동창회 부회장
2003.2 ~ 현재	환경재단 136인 포럼 위원
1995.11 ~ 현재	(사) 과학기술포럼 회원
1995.3 ~ 현재	(사) 한국미래학회 회원
1994.11 ~ 현재	(사) 한국과학기술한림원 회원(종신회원, 창립정회원, 정책연구위원)
1980 ~ 현재	한국科學史학회 회원 (이사, 부회장 1990. 11 ~1998. 11)

기간	내용
2012.5 ~ 2012.11	녹색기후기금(Green Climate Fund) 민간유치위원회 위원(기재부)
2009.9 ~ 2012.9	세계자연보전총연맹 총회(WCC) 조직위원회 위원
2009.9 ~ 2010.2	국민일보 객원논설위원
2009.5 ~ 2009.9	KAIST 입학사정관
2009.4 ~ 2012.2	(주)두산 사외이사
2009.1 ~ 2009.6	동아일보 객원논설위원
2008.12 ~ 2010.11	한미연합사령관 겸 미8군사령관 자문위원
2008.10 ~ 2011	저탄소 녹색성장 국민포럼 공동의장
2008.5 ~ 2008.12	(재) IT전략연구원 이사장
2008.3 ~ 2010.12	CDP(Carbon Disclosure Project) 한국위원회 위원장
2008, 2009, 2010	SBS 물환경대상 심사위원장
2008.2 ~ 2011.12	(재) 기후변화센터 이사
2007.8 ~ 2010.4	(사) 김대중 평화센터 자문위원 (안보·평화)
2007.6 ~ 2008.10	서울대학교 자연과학대학 최고자문위원
2007.2 ~ 2008.2	과학기술원로정책자문회의 위원
2006.7 ~ 2008	한국수자원공사 지속가능경영자문회의 위원장
2006.4 ~ 2008.5	17대 국회 FTA포럼 대표의원
2005.11	ANAH(Asian Network on Affordable Housing)운영위원
2005.9 ~ 2006.4	친환경상품진흥원 이사장 (환경부)
2005.8	아시아정당국제회의 (ICAPP) 조직위원장
2005.8	IPSS (국제사회봉사의원연맹) 준비위원회 부회장
2004.11 ~ 2008.5	국회 한·미의원외교협의회 회원
2004.11 ~ 2008.5	국회 한·일의원연맹 고문
2004.7 ~ 2008.5	국회 미래전략특별위원회 위원
2004.6 ~ 2006.4	한국 아동·인구·환경 의원연맹 연합회 부회장
2004.1 ~ 2008	UN대학-광주과학기술원 운영위원
2003.8 ~ 2004.8	명지대 석좌교수
2003.8 ~ 2004.5 1992.5 ~ 1999.6	KBS 객원해설위원 (과학기술분야)
2003.6 ~ 2010	아시아·태평양 환경개발 포럼 한국대표(Asia Pacific Forum for Environment & Development)
2003.6 ~ 2004.5	정책기획위원회 위원 (대통령자문기구)
2003.5 ~ 2004.5	국민경제자문회의 위원 (대통령자문기구)
2003.5 ~ 2004.5	동북아경제중심추진위원회 위원 (대통령직속)
2003.3 ~ 2004.2	서울대 기술정책대학원과정 CEO 초빙교수
2003.3 ~ 2004.5	LG 생활건강 사외이사
2003.3 ~ 2004.3	KTF 사외이사

기간	내용
2002.3	Network of Women Ministers for the Environment 회원
1999.3	한국산업기술대학 (산업자원부) 이사
1999.3 ~ 1999.6	국가과학기술위원회 민간위원 (위원장 대통령)
1999.2 ~ 1999.6	기초기술연구회 이사 (국무총리실)
1998.12 ~ 1999.6	산업기술발전심의회위원 (산업자원부)
1998.10	기술경영경제학회 회원
1997.5 ~ 1999.6	국가과학기술자문회의위원 (대통령자문기구)
1997.3 ~ 1999.6	UNESCO 한국위원
1997.3	과학기술유공포상종합심사위원 (과총, 과학기술처)
1997.2	대한민국과학기술상진흥상심사위원(과총, 과학기술처)
1997.2	과학기술유공포상심사위원 (과총, 과학기술처)
1997 ~ 1998	여성정책심의위원 (위원장 국무총리)
1996.11 ~ 1998.10	중앙교육심의회위원 (교육부장관자문회의)
1996.7 ~ 1998.10	녹색소비자연대 공동대표 / 이사
1996.5 ~ 1999.6	한국과학기술단체총연합회 과학화추진위원
1996.3 ~ 1999.6	한국과학기술단체총연합회 (과총) 이사
1996.3 ~ 1999.6	경제정의실천시민연합 환경정의시민연대 이사
1995 ~ 1999	한국대학교육협의회 편집자문위원
1993.2 ~ 1999.6	(사) 한국과학저술인협회 이사 (부회장 역임)
1991.6 ~ 1999.6	민주평화통일정책자문위원(대통령자문기구)
1991.3 ~ 1993.12	숙명여대 이과대학장
1991 ~ 1993	과학기술국민이해협의회(과학기술처) 자문위원
1990.11 ~ 1998.11	한국과학사학회 부회장
1989.3 ~ 1989.7	일본동경이과대학 객원연구원
1974.3 ~ 1999.6	숙명여대 이과대학 조교수·부교수·교수 (1983)
1980.3 ~ 1988.2	서울대 문리대·자연대 강사
1972.3 ~ 1974.2	

## ◆ 상훈/표창

기간	상훈/표창
2006. 11	NGO모니터단 / 바른사회시민회의 국정모니터단 - 2006 국방위 국감우수의원상 수상
2004. 8	청조근정훈장
2003. 10	자랑스런 경기인상
2003. 7	미국 Michigan State University 'Global Korea Award 2003'
2002. 12	패션그룹상 '여성 지위향상과 사회봉사 공로 전문직 여성' 부문
2002. 9	제1회 닳고 싶고 되고 싶은 과학기술인상
2001 ~ 2002	제1회.2회 법적 근거에 의한 정부부처업무평가 환경부 최우수부처 대통령 표창
1994. 4	제27회 대한민국 과학기술상 진흥상 대통령상 수상
1985. 4	제18회 과학기술진흥유공 대통령 표창
1984. 4	제1회 한국과학저술인협회 저술상 수상

◆ 著.譯書

제목	출판사	출판연도
과학혁명의 구조	정음사 / 동아출판사 / 두산동아 / 까치글방	1981 ~ 현재
원자력 딜레마	사이언스북스	2011
과학해서 행복한 사람들	사이언스북스, 공저	2006
나의 삶 나의 아버지	동아일보사 (고건 외 17명)	2005. 4
과학기술의 세계	웅진밀레니엄북, 웅진	1998. 12
科學史	과학고등학교 교과서, 공저, 교육부,	1992
현대사회와 과학	두산동아	1992
동서양의 과학전통과 환경운동	두산동아 (문화부 추천도서)	1991
과학이 걸어온 길	서울특별시교육위원회, 공저	1987
화장품의 세계	정음사	1985
앞으로 50년	정음사, 역서, ('오늘의 책', '청소년도서' 선정)	1984
여성학	숙명여대 출판부, 공저	1983
현대인과 비타민	종로서적	1982
엔트로피	정음사/두산동아, 김명자, 김건 공역	1981 ~ 1992
에텐의 용	역서, 문공부 추천도서,	1981
여성과 사회참여	숙명여대 출판부, 역서	1981
향장의 상식	전파과학사	1980

◆ 최근 원자력 관련 활동 실적

- \* 김명자, "Nuclear Power : Challenges & Strategies" 2012 한중일 여성 원자력 안전 포럼, 호암교수회관 무궁화룸, 2012. 11. 12
- \* 김명자, "한국의 원자력, 어떻게 나아갈 것인가?" 토론 좌장, 원자력 국민소통 2012(여성과총 공동주최), 일산 KINTEX 1, 2012. 10. 31
- \* 김명자, "원자력 세미나 : 원자력 안전 커뮤니케이션" 발제, 원자력 원탁세미나-원자력 발전 찬반 논리를 점검한다, 서울대 사회대학 신양학술정보관Ⅲ, 2012. 9. 25
- \* 김명자, 한국원자력안전기술원 제11회 방사선안전심포지엄 특강, 서울교육문화회관 본관 2층 가야금홀, 2012. 9. 12
- \* 김명자, 한국여성원자력전문인협회\_2012 여성과 함께하는 원자력 심포지엄(특별강연), 서울여성플라자 아트홀, 2012. 8. 21

- \* 김명자, 원전 반대논리 원탁회의 개최, 과학기술회관 3층 나눔공동체, 2012. 8. 16
- \* 김명자, "Trend and Task of Nuclear Industry after Fukushima Accident" 발제, USA-Korea Conference 2012 포럼, 미국 로스앤젤레스, 2012. 8. 11
- \* 김명자, "Global Energy Environment and Nuclear Energy", 발표, EU-Korea Conference on Science and Technology 2012-여성과총 주관 Session, Estrel C&C hotel in Berlin, 2012. 7. 28
- \* 김명자, "원자력 에너지에 대한 정부-국민 간 소통 방안 세미나", 축사, 한국 PR 학회, 프레스센터 20층 국제회의장, 2012. 7. 20
- \* 김명자, "원자력 발전 찬반 논리를 점검한다", 여성과총 제2회 전문가 Round Table, 한국과학기술회관 소회의실, 2012. 7. 9
- \* 김명자, "원자력 찬반 논리를 점검한다", 여성과총 제1회 전문가 Round Table, 대전 KAIST 행정본관, 2012. 6. 15
- \* 김명자, "글로벌 에너지 환경과 원자력", 강연, 한수원 중앙 연구원 회의실, 2012. 6. 15
- \* 김명자, "원자력 대국민 토론회: 에너지 확보와 원자력, 바람직한 해법은 무엇인가?", 한국과학기술단체총연합회, 세종문화회관 세종홀, 2012. 4. 26.
- \* 김명자, "원자력 산업 동향과 전망", 패트릭 무어 대학초청 특별강연, 이화여자 대학교 ECC극장 지하4층 강당, 2012. 3. 15
- \* 김명자, "2012 에너지 미래 심포지엄(세션 2)" 패널 토론, 그랜드인터컨티넨탈호텔 그랜드볼룸(2층), 2012. 3. 8
- \* 김명자, "2012년 3월, 원자력을 어떻게 볼 것인가", 여성과총 주최 패널토론회, 대전 카이스트 KI 빌딩(E4) 1층 Fusion Hall, 2012. 3. 6
- \* 김명자, "원자력 특강: 21세기 에너지 환경과 혁신 동향", KAIST 정책 특강, 2012. 2. 14
- \* 김명자, "원자력 커뮤니케이션 포럼 사업", 한국여기자협회 공동 원자력커뮤니케이션포럼, 달개비, 2012. 2. 6
- \* 김명자, "후쿠시마 이후 원자력 정책, 어떻게 접근할 것인가?", 한국방사성폐기물관리공단 특별강연, 2012. 2. 2
- \* 김명자, "기술 위험과 위기 관리 : 원자력 이슈를 중심으로", 한국 경제 · 인문 사회연구회-일본 문부과학성, 롯데호텔, 2011. 12. 2
- \* 김명자, "사용후핵연료 관리 정책 공론화 : 과제와 전망", 한국과학기술자협회 이

- 슈 토론회, 웨라톤 그랜드 워커히 호텔, 2011. 12. 1
- \* 김명자, “Energy Security and Nuclear Energy : Challenges and Perspectives”, 한양대학교 원자력공학과, 한양대학교, 2011. 11. 29
  - \* 김명자, “원자력과 사회적 수용성 : TECH+ 패러다임으로의 전환”, 한국원자력 안전협의회 국제심포지엄, 경주 현대호텔, 2011. 11. 24
  - \* 김명자, “후쿠시마 이후 동북아 : 에너지 협력의 미래와 환동해경제권의 가능성”, 한겨레통일문화재단, 부산 누리마루, 2011. 11. 22
  - \* 김명자, 사용후핵연료 관리대안 수립 및 로드맵 개발 원자력 안전규제 논의, KAIST 과학기술정책대학원, 2011. 11. 18
  - \* 김명자, “사용후연료 관리대안 수립 및 로드맵 개발”, 원전 프로젝트 세미나-언론 보도를 중심으로, 조선포털 톨립룸(2층), 2011. 11. 16
  - \* 김명자, “원자력 딜레마”, 저자와의 대화 질문, 경주시월성원전방폐장민간환경감시기구, 환경감시기구센터, 2011. 11. 15
  - \* 김명자, “밖에서 본 원자력계의 과제”, 한국원자력학회 제44회 정기총회 특별강연, 경주 현대호텔, 2011. 10. 27
  - \* 김명자, “원전정책, 어떻게 접근할 것인가”, 바른과학기술사회실현을위한국민연대, 팰리스 호텔, 2011. 9. 30
  - \* 김명자, “후쿠시마 이후, 원전 산업의 전망과 과제”, KAIST 원자력 및 양자공학과, KAIST, 대전, 2011. 9. 20
  - \* 김명자, “사용후핵연료 관리방안 결정의 기술외적 요인과 향후 과제”, 한국원자력학회, 한국방사성폐기물학회, 그린코리아 21 포럼, 한국과학기술인총연합회관, 2011. 8. 29
  - \* 김명자, “사용후핵연료 관리방안 공청회”, 한국원자력학회, 한국방사성폐기물학회, 그린코리아 21 포럼, 팰리스호텔, 2011. 8. 19
  - \* 김명자, “사용후핵연료 관리대안에 대한 평가기준 설정과 평가 방안 도출” 한국원자력학회, 한국방사성폐기물학회, 그린코리아 21 포럼, 2011. 8
  - \* 김명자, “원자력 딜레마, 우리의 선택은?”, 백복스 독서클럽, 대덕연구단지 한국 전자통신연구원 강당, 2011. 7. 28
  - \* 김명자, “원자력 전문가 회의”, 한국원자력연구원, KAERI/INTEC 회의실, 2011. 7. 28
  - \* 김명자, “원자력 딜레마” 저자 강연, Y종로포럼, 종로2가 YMCA, 2011. 6. 30



- \* 김명자, “원자력 딜레마, 우리의 선택은?”, 청산포럼, 웨라톤 그랜드 워커히 호텔, 2011. 6. 21
- \* 김명자, “원자력 딜레마?”, 한국선진화포럼, 명동 은행회관, 2011. 6. 21
- \* 김명자, “사용후핵연료 관리대안에 대한 평가기준 설정과 평가 방안 도출”  
한국원자력학회, 한국방사성폐기물학회, 그린코리아 21 포럼, 서울대 호암교수회관 본관 1층 릴리움 2011. 5. 31
- \* 김명자, “원자력분야 전문가의견수렴결과 공청회 개최”, 서울 교육문화회관 별관 1층 한강홀, 2011. 3. 2
- \* 김명자, 한국원자력학회 로드맵 개발 협의 회의, TX남산타워 아케이드(지하 1층), 2011. 2. 23
- \* 김명자, 사용후핵연료 관리대안 수립 및 로드맵 개발 중간점검 회의, 서울교육문화회관 자스민홀(본관 1층), 2011. 2. 10

## 참고문헌

### □참고문헌—연도 順□

#### 2012

- 김명자, 「2012 방사선안전심포지엄 특강 : 원자력 안전 커뮤니케이션」, 원자력안전위원회, 2012.09.12
- 김명자, 「2012 3월, 원자력 어떻게 볼 것인가? 패널 토론회(카이스트)」, 한국여성과학기술단체총연합회, 2012.03.06
- 임경순, 「2012 3월, 원자력 어떻게 볼 것인가? 패널 토론회(카이스트)」, 한국여성과학기술단체총연합회, 2012.03.06
- 양이원영, 「에너지확보와 원자력, 바람직한 해법은 무엇인가?\_“원전없는 사회 가능합니다.”」(원자력 대국민 토론회), 2012.04.26
- 유승협, 「원자력발전에 대한 수용자인식에 따른 장단기 소통전략: 신뢰감 회복 방안을 중심으로」, 한국PR학회, 원자력 에너지에 대한 정부-국민 간 소통 방안 세미나, 2012.07.20
- 고이데 히로아키, 『원자력의 거짓말』, 녹색평론사, 2012.01.05
- 김명자, 「원자력 인력양성의 과제와 혁신 포럼」, 2012.02.23
- 염광희, 『잘가라, 원자력-독일 탈핵 이야기』, 한울아카데미, 2012.03.20
- 제무성, 「한국의 미래에너지와 원자력」 에너지미래교수포럼에서 발표한 자료, 2012.06.11
- 캠팩트, 『폐쇄하라! - 원자력을 포기해야 하는 이유와 이를 위해 우리가 할 수 있는 일들』, 한얼미디어, 2012.01
- 「2012 과학기술정책 10대과제」, 과학기술정책연구원, 2012.01.01. 85호
- 국가 원자력 연구개발 성과 한마당(2012) 블로그 [www.blog.naver.com/nuclear2012](http://www.blog.naver.com/nuclear2012), 「원자력 역사 알아보기!」
- Tessa Moris-Suzuki, David Boilley, David McNeill, Arnie Gundersen, Fairwinds Associates, 「후쿠시마의 교훈 요약본(Lessons from Fukushima executive summary)」, 그린피스 국제본부([greenpeace.org](http://greenpeace.org)), 2012.02

## 2011

- 김명자, 『원자력 딜레마』, 사이언스북스, 2011.05.20
- 다카기 진자부로, 『원자력 신화로부터의 해방』, 녹색평론사, 2011.04.25
- 고이데 히로아키, 『은폐된 원자력 핵의 진실 - 원자력 전문가가 원자력을 반대하는 이유』, 녹색평론사, 2011.12.29.
- KAIST 원자력및양자공학과(2011), 「일본 후쿠시마 원전 사고: 경과와 영향, 그리고 교훈」.
- 김명진 외 5명, 『탈핵, 포스트 후쿠시마와 에너지 전환 시대의 논리』, 이매진2011.06.03
- 이석호, 「후쿠시마 원전 사고 이후 해외 원자력 정책 주요 동향」, 에너지경제연구원, 2011.04.15
- 야마모토 요시타카, 『후쿠시마 일본 핵 발전의 진실』, 동아아시아, 2011.11.11
- 원자력안전위원회 회의 [심의안건] 제3호 - 「신울진 1,2호기\_건설허가(안)」, 2011,12.02
- 「일본 후쿠시마 원전 사고: 경과와 영향 그리고 교훈(중간보고서)」, 카이스트 원자력 및 양자공학과, 2011. 04. 18.
- 「사용후핵연료 관리 정책 공론화」, 김명자, 한국과학기자협회 이슈토론회, 2011.12.01
- 「제 4차 원자력 진흥 종합계획(안)」, 교육과학기술부·지식경제부, 2011.11
- Chindia Journal 2011.10.
- EPIC, 2011 전기연감
- 「Japan crisis raises questions about Belgium's nuclear policy」, Leo Cendrowicz, Bulletin 2011.03.17

## 2010

- 「Current Practices of NPP Spent Nuclear Fuel Management in Romania」, IAEA 2010, 2010.06.01.
- 「Spent Fuel Management in Slovakia」, IAEA, 2010.06

## 2009

김명자, 「원자력 발전과 환경산업의 융합적 발전방안 연구」, 그린코리아21 포럼, 2009.05

김명자, 「원자력 발전과 환경산업의 융합적 발전방안 연구」 보고서\_부록 A. 원자력에 관한 독일 연방 환경부의 Q&A 자료」, 그린코리아21포럼, 2009.05

「World Energy Outlook」, OECD/IEA, 2009

「Energy Prices & Taxes 2009. 4Q」, IEA/OECD

Schneider, M. et al., 2009, 「The World Nuclear Industry Status Report 2009: With Particular Emphasis on Economic Issues」

## 2008

「Attitudes Towards Nuclear Waste and Siting Policy: Experts and the Public」, Sjoberg, L. and Sjoberg, B-M. D., Nova Science Publishers, 2008

「Nuclear Power Note 2008」, 지식경제부, 한국수력원자력(주)

「Risk Perception by Politicians and the Public」, Sjoberg, L. and Sjoberg, B-M. D., Energy & Environment, Vol. 19, No. 3+4, 2008

「The Public's Risk Perception of Technology」, Sjoberg, Lennant, NCSU Workshop, 2008

「Nuclear Legislation in OECD Countries」, OECD, 2008.

## 2003

「Society and Nuclear Energy: Towards a Better Understanding」, OECD, 2003.

## □ 인터넷 자료—연도 順□

그린피스\_원자력의 오해와 진실

<http://www.greenpeace.org/korea/campaigns/nuclear-free-korea/nuclear-facts>  
발전단가 검증위원회. 발전비용 계산시트

<http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02.html>

한국수력원자력(주), [www.khnp.co.kr](http://www.khnp.co.kr), 지식센터, 「원자력 발전이란」

원자력국제협력통합정보시스템\_원자력 현황(일본) <http://www.icons.or.kr>

한국원전수출산업협회

[http://www.e-kna.org/information/oversea\\_news\\_view.asp?Idx=524&curPage=1](http://www.e-kna.org/information/oversea_news_view.asp?Idx=524&curPage=1)

한국원자력문화재단, [www.konepa.or.kr](http://www.konepa.or.kr), 강의자료, 「원자력은 우리나라의 힘」

한국원자력 문화재단\_참여마당\_토론 및 설문조사

[http://www.konepa.or.kr/home/community/question\\_list.asp](http://www.konepa.or.kr/home/community/question_list.asp)

한국원자력문화재단\_지식발전소\_원자력발전현황\_원자력발전의 특징,

[http://www.konepa.or.kr/home/information/status\\_speciality.asp](http://www.konepa.or.kr/home/information/status_speciality.asp)

Energy Intensity, EIA(US Energy Information Administration), International Energy Statistics

<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=44&pid=44&aid=2>

Wikipedia, [en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power), 「Nuclear Power」

Global Environment Fund, “The Electricity Economy”, Global Smart Energy

<http://www.globalenvironmentfund.com/data/uploads/The%20Electricity%20Economy.pdf>

IAEA [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

the Department of International Affairs, JAIF(Japan Atomic Industrial Forum, Inc.)

[http://www.jaif.or.jp/english/access-map\\_new.html](http://www.jaif.or.jp/english/access-map_new.html)

U.S.NRC, Detailed Reactor Oversight Process,

<http://www.nrc.gov/reactors.operating.oversight.rop-description.html>

[http://www.nrc.gov/NRR/OVERSIGHT/ASSESS/pim\\_summary.html](http://www.nrc.gov/NRR/OVERSIGHT/ASSESS/pim_summary.html)

World Nuclear Association <http://www.world-nuclear.org>

經濟産業省, Ministry of Economy, Trade and Industry(METI)

<http://www.meti.go.jp/>

文部科學省, Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology(MEXT)

<http://www.mext.go.jp/english/>

原子力安全・保安院, Nuclear and Industrial Safety Agency(NISA)

<http://www.nisa.meti.go.jp/>

医薬食品局, Pharmaceutical and Food Safety Bureau(PFSB)

[http://www.mhlw.go.jp/english/policy/health-medical/pharmaceuticals/dl/pharmaceuticals\\_and\\_medical\\_devices.pdf](http://www.mhlw.go.jp/english/policy/health-medical/pharmaceuticals/dl/pharmaceuticals_and_medical_devices.pdf)

厚生 労働省, Ministry of Health, Labour and Welfare(MHLW)

<http://www.mhlw.go.jp/english/>

## 2012

「11년도 가정용 연료전지 판매, 계획 대비 약 2배 동방가스」, 일본 경제 신문

<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=ggamangee&logNo=20156606010&redirect=Dlog&widgetTypeCall=true> 2012-02-06

(원문: [http://www.nikkei.com/article/DGXNASDD05037\\_V00C12A2TJC000/](http://www.nikkei.com/article/DGXNASDD05037_V00C12A2TJC000/))

목정민, 「경제논리로 원전 확대 강행… 한국만 거꾸로 가」, 경향신문

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201201092125415&code=940701](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201201092125415&code=940701) 2012-01-09

권상국, 「[고리원전 1호기 법 심판대 세운 두 사람] 가동중지 가처분 항고심 앞둔 강동규 변호사」, 부산일보

<http://v.daum.net/link/27113012> 2012-03-21

김상운, 「고리원전 1호기 재가동 4일 승인」, 동아사이언스

<http://news.donga.com/3/all/20120704/47509626/1> 2012-07-04

「고리원전 1호기 재가동 아니라 재검토 필요하다」, 경향신문

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201207042103535&code=990101](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201207042103535&code=990101) 2012-07-04

이근영·김광수, 「고리1호기 재가동 허용…환경단체·주민 “줄속 결정”」, 한겨레

[http://www.hani.co.kr/arti/society/society\\_general/541054.html](http://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/541054.html) 2012-07-04

송현수, 「고리 1호기 폐쇄·국정조사 결의안 전망은」, 부산일보

<http://news20.busan.com/controller/newsController.jsp?newsId=20120625000137> 2012-06-25

김윤나영, 「고리원전 사고시 85만 명 사망, 피해액 628조」, 프레시안

[http://www.pressian.com/article/article.asp?article\\_num=30120521105216](http://www.pressian.com/article/article.asp?article_num=30120521105216)  
2012-05-20

- 「고리원전 점점 국제원자력기구에 맡길 수 없다」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/528216.html> 2012-04-13
- 「고리원전, 최대한 주민 설득한 후 재가동해야」, 중앙일보  
<http://joongang.joinsmsn.com/article/aid/2012/07/05/8291023.html?cloc=olink|article|default> 2012-07-05
- 「꼴다공증 고리 1호기' 재가동 안된다」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/541008.html> 2012-07-04
- 「공포의 고리 원전 1호기, 선거로 폐기해야」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/525884.html> 2012-03-29
- 윤성호, 「부품이 짝퉁인데,,, 핵발전소 안전성 운운은 넌센스」, 오마이뉴스  
[http://www.ohmynews.com/NWS\\_Web/View/at\\_pg.aspx?CNTN\\_CD=A0001728330](http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0001728330) 2012-05-04
- 「비리에 구멍 뚫린 한국 원전, 비상구마저 부실하다」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/530119.html> 2012-04-26
- 「비상발전기 먹통인 상태에서 원전 재가동했나」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/524151.html> 2012-03-19
- 박군철, 「사고 은폐로 잃은 원전 신뢰」, 중앙일보  
[http://article.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total\\_id=8653106&cloc=olink|article|default](http://article.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total_id=8653106&cloc=olink|article|default) 2012-07-04
- 박은성, 「삼척 원전 유치 찬·반 대규모 집회 맞불」, 한국일보  
<http://news.hankooki.com/lpage/society/201202/h2012021921160674990.htm> 2012-02-19
- 박송이, 「서울에 원자력발전소 세운다고 하면 가만히 있을까」, 경향신문  
[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201203031138492&cde=940701](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201203031138492&cde=940701) 2012-03-03
- 「아이티 지진 PKO 말고도 필요해」, 일본 경제 신문  
<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=glass118&logNo=80101377704&redirect=Dlog&widgetTypeCall=true> 2012-02-06
- 김창우, 「원자력 발전 건전성·투명성 높인다」, 강원일보  
<http://www.kwnews.co.kr/nview.asp?s=101&aid=212042600063> 2012-04-27
- 「원자력안전위, 원전 안전보다 확대가 우선인가」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/524752.html> 2012-03-22
- 채은하, 「“원자력은 싸다?”…MB의 거짓말」, 프레시안  
[http://www.pressian.com/article/article.asp?article\\_num=60120302190722](http://www.pressian.com/article/article.asp?article_num=60120302190722)

2012-03-05

더글러스 러미스(번역 손제민) 「원자력은 절대 부패한다」, 경향신문

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201204182111485&c ode=990000](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201204182111485&c ode=990000) 2012-04-18

「원전 납품 비리 과연 끝은 어디인가」, 경향신문,

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201205012107355&c ode=990101](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201205012107355&c ode=990101) 2012-05-01

「원전 사고 은폐한 책임자 영전시킨 한수원」, 동아일보

<http://news.donga.com/3/all/20120315/44777258/1> 2012-03-15

서의동, 「원전, 차라리 서울에 지으라」, 경향신문

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201203142149015&c ode=990334](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201203142149015&c ode=990334) 2012-03-14

박재광, 「원전은 일자리 창출의 근원"... 긍정 마인드 갖자」, 동아일보

<http://news.donga.com/3/all/20120105/43090291/1> 2012-01-05

최병태, 「'원전이 과연 도움 줄까' 고민에 빠진 영광군수」, 경향신문

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201204172202185&c ode=920100](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201204172202185&c ode=920100) 2012-04-17

최태현, 「원전이 가장 효과적인 해결책이죠」, 매일경제

<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2012&no=143633> 2012-03-05

「日 "2030년 원전 제로면 전기료 최대 2배"」, 연합뉴스

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=101&oid=001&aid=0005608620> 2012-05-10

이충원, 「日 원전 사고 1년반..원자로 상황 파악 안 돼」, 연합뉴스

<http://www.yonhapnews.co.kr/international/2012/09/11/0601010100AKR20120911067800073.HTML> 2012-09-11

안재석, 「日 '원전 제로' 선언..."2040년까지 모두 폐기"」, 한국경제

<http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2012091619271> 2012-09-17

정남구·길윤형, 「일 '핵무장' 법적근거 마련...동북아 '핵경쟁' 촉발 우려」, 한겨레

<http://www.hani.co.kr/arti/international/japan/539028.html> 2012-06-21

권승문, 「일본 핵사고, 미래를 빼앗긴 아이들을 보라」, 오마이뉴스

[http://www.ohmynews.com/NWS\\_Web/View/at\\_pg.aspx?CNTN\\_CD=A0001704947](http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0001704947) 2012.03.05

김미경, 「정부 "의도 분석중...당장 핵무장 어려워" 전문가 "정치적으로 불가능...



- 기술은 충분”」, 서울신문  
<http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20120622002007> 2012-06-22
- 「정부의 의사결정을 ‘거수기’로 만드는 핵마피아!」, 진보신당 탈핵운동본부/정책위원회  
[http://www.newjinbo.org/n\\_news/news/view.html?page\\_code=&area\\_code=&no=438&code=netfu\\_89053\\_16079&s\\_code=20120208182804\\_3706&ds\\_code=2012-03-06](http://www.newjinbo.org/n_news/news/view.html?page_code=&area_code=&no=438&code=netfu_89053_16079&s_code=20120208182804_3706&ds_code=2012-03-06)
- 박진홍 · 이현정, 「정치권·법조계·시민단체 ‘안전성 확보’ 최대 이슈 부상…안전성 논란 진행상황은」, 부산일보  
<http://news20.busan.com/controller/newsController.jsp?newsId=20120705000186> 2012-07-05
- 「지구온난화 탓에 한랭화...’ 이런 일이 왜 생길까」, 일본 경제 신문  
<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=glass118&logNo=80152364288&categoryNo=1&parentCategoryNo=1&viewDate=&currentPage=3&postListTopCurrentPage=&userTopListOpen=true&userTopListCount=5&userTopListManageOpen=false&userTopListCurrentPage=3> 2012-02-06
- 「지금 원자력계 풍토론 원전 안전성 신뢰 못 받아」, 조선일보  
[http://news.chosun.com/site/data/html\\_dir/2012/03/15/2012031502796.html](http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2012/03/15/2012031502796.html) 2012-03-15
- 김영희, 「진정한 공포의 대상은 원전이다」,한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/column/536462.html> 2012-06-06
- 곽도흔, 「한국수력원자력, 팀장급 절반 보직 이동」, 뉴스핌  
<http://www.newspim.com/view.jsp?newsId=20120313000468> 2012-03-13
- 김정섭, 「한수원, 부패방지 강화 위한 ‘윤리경영지도사’ 운영」, 아시아투데이  
<http://www.asiatoday.co.kr/news/view.asp?seq=648199> 2012-05-31
- 「후쿠시마 비극 보고도 원전 사고 숨길 생각 하다니」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/523680.html> 2012-03-15
- 「Approval for first nuclear new build in America」, World Nuclear News  
[http://www.world-nuclear-news.org/RS\\_Approval\\_for\\_first\\_nuclear\\_new\\_build\\_in\\_America\\_0902121.html](http://www.world-nuclear-news.org/RS_Approval_for_first_nuclear_new_build_in_America_0902121.html) 2012-02-09
- 「Nuclear Power in Germany」, WNA  
<http://www.world-nuclear.org/info/inf43.html> 2012-08
- 「One Year After Fukushima, Nuclear Safety Is Stronger」  
<http://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/2012/prn201208.html>

2012-03-09

「Poll: New nuclear power 'best for Britain'」, World Nuclear News

[http://www.world-nuclear-news.org/NP\\_Poll\\_New\\_nuclear\\_power\\_best\\_for\\_Britain\\_2701121.html](http://www.world-nuclear-news.org/NP_Poll_New_nuclear_power_best_for_Britain_2701121.html) 2012-01-27

「Spain ageing nuclear plant may stay open: report」, REUTERS

<http://www.reuters.com/article/2012/01/02/us-spain-nuclear-idUSTRE8010BF20120102> 2012-01-02

「TEPCO 'offers controlling stake' to Japan govt」

[http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/TEPCO\\_offers\\_controlling\\_stake\\_to\\_Japan\\_govt\\_999.html](http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/TEPCO_offers_controlling_stake_to_Japan_govt_999.html) 2012-04-27

「U.S. Shifts Policy on Nuclear Pacts」, The Wall Street Journal

<http://online.wsj.com/article/SB10001424052970203806504577181213674309478.html> 2012-01-25

「World builds new nuclear power plants」, TREND

<http://en.trend.az/capital/analytical/2014779.html> 2012-04-16

## 2011

남순건, 「2012 대한민국 리더십을 찾아서 ④ 원전정책, 자율·규제의 균형」, 중앙일보

[http://money.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total\\_id=6684312&ctg=11](http://money.joinsmsn.com/news/article/article.asp?total_id=6684312&ctg=11)  
2011-11-17

배성규, 「강원도가 유치한 삼척 원전도 논란 속으로」, 조선일보

<http://m.chosun.com/article.html?contid=2011041800219&sname=news>  
2011-04-18

「고리 1호기, 관건은 안전점검이 아니라 해체다」, 한겨레

<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/473592.html> 2011-04-18

「고리 원전 운전 여부, 여론재판 말라」, 동아일보

<http://news.donga.com/3/all/20110414/36398664/1> 2011-04-14

「국회보 2011년 8월호」

<http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=123&oid=358&aid=0000000458> 2011-08-05

황기환, 「경주시민 89%, “日 원전 사고 후 위험 인식”」, 경북일보

[http://www.kyongbuk.co.kr/main/news/news\\_content.php?id=548032&news\\_](http://www.kyongbuk.co.kr/main/news/news_content.php?id=548032&news_)

- area=040&news\_divide=&news\_local=11&effect=4 2011-07-29  
 윤대원, 「당장 원전 중단하면 가구당 전기료 4배 뿜다」, Etnews  
[http://www.etnews.com/news/economy/education/2487912\\_1491.html](http://www.etnews.com/news/economy/education/2487912_1491.html)  
 2011-04-18
- 임지선, 「당정, 원자력안전위원회 7월 신설」, 경향신문  
[http://live.joinmsn.com/news/article/article.asp?total\\_id=5251813&ctg=1002&tm](http://live.joinmsn.com/news/article/article.asp?total_id=5251813&ctg=1002&tm)  
 2011-03-25
- 함봉균, 「러시아 "원전 밸런스 맞춰 계속 추진"」, 그린데일리  
<http://greendaily.etnews.com/news/articleView.html?idxno=13929> 2011-05-02
- 이종현, 「독일 친환경 발전이 원전 앞질러…앞길은 가시밭」, 조선비즈  
[http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2011/12/25/2011122500682.html](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2011/12/25/2011122500682.html)  
 2011-12-25
- 이경호, 「방폐물 처분,저장에 100% 안전노력」, 아시아경제  
<http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2011041214444388986>  
 2011-04-12
- 이수윤·신동명, 「부산에서 울산까지…꼬리 무는 “고리 원전폐쇄”」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/society/area/474323.html> 2011-04-22
- 백승목·권기정·최승현, 「부산·울산·경주… 봇물 터진 “원전 반대”」, 경향신문  
[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201104182203355&code=940100](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201104182203355&code=940100) 2011-04-18
- 홍창진, 「삼척·영덕·울진 민간단체, "원전 유치 철회"」, 연합뉴스  
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2011/06/30/0200000000AKR20110630122400053.HTML> 2011-06-30
- 박은성, 「삼척 원전 유치 '여론몰이' 재점화」, 한국일보  
<http://news.hankooki.com/lpage/society/201106/h2011062621562874990.htm>  
 2011-06-26
- 목정민, 「새 '원자력안전위' 만들긴 만드나」, 경향신문  
[http://live.joinmsn.com/news/article/article.asp?total\\_id=5451564&ctg=1200&tm](http://live.joinmsn.com/news/article/article.asp?total_id=5451564&ctg=1200&tm)  
 2011-05-05
- 최종일, 「스위스 상원 '脫 원전' 법안 승인」, 머니투데이  
<http://m.mt.co.kr/view.html?no=2011092910540192581&category=allList&page=24&dt> 2011-09-29
- 목정민, 「신설 '원자력안전위원장' 내정자, 원전 건설 두산중 사외이사 지내」, 경향신문

- [http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201108300320575&c ode=940701](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201108300320575&c ode=940701) 2011-08-30
- 변진경, 「우리나라 원자력안전법 ‘불안 불안’」, 시사IN Live  
<http://www.sisainlive.com/news/articleView.html?idxno=10448> 2011.06.22
- 김종철, 「원자력과 인간성 상실」, 경향신문  
[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201203212117155&c ode=990000](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201203212117155&c ode=990000) 2011-03-21
- 최명애, 「원자력만 믿다간 2030년 이후 에너지 파산 직면」, 경향신문  
[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201104252158595&c ode=940701](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201104252158595&c ode=940701) 2011-04-25
- 정남구, 「원자력 발전단가 화력보다 싸지 않다」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/international/japan/496119.html> 2011-09-14
- 유용하, 「원자력안전법 조직-규모 싸고 ‘시끌’」, 동아일보  
<http://news.donga.com/3/all/20110902/40005138/1> 2011-09-02
- 이상동, 「원자력의 유혹에 빠진 한국의 경제구조」, 새사연  
<http://saesayon.org/agenda/bogoserView.do?paper=20110411110008907&pcd=E C01> 2011-04-11
- 칼 W. 라우, 「원전 수명에 대한 韓美 시각차」, 한국일보  
<http://economy.hankooki.com/ArticleView/ArticleView.php?url=opinion/2011 08/e2011080217103948090.htm&ver=v002> 2011-08-02
- 「원전 확대론자가 원자력안전위원장이라니」, 한겨레  
<http://www.hani.co.kr/arti/opinion/editorial/502351.html> 2011-10-25
- 지흥구·최승균, 「원전 후보지’ 삼척·영덕·울진에선…」, 매일경제  
<http://cn.moneta.co.kr/Service/stock/ShellView.asp?NavDate=20110315&NavP age=2&ArticleID=2011031517192506222&LinkID=513&Title=%B8%C5%C0%CF% B0%E6%C1%A6&NewsSetID=5077> 2011-03-15
- 김영식, 「日 가이에다 경제산업상, "원자력안전보안원 내년 분리할 것"」, 아시아경제  
<http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2011062220581299991> 2011-06-22
- 유철중, 「<日사고 후 각국 원전정책 점검>④ 러시아」, 연합뉴스  
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2011/04/20/0200000000AKR201104200 05700080.HTML> 2011-04-21
- 뉴스속보부, 「日 후쿠시마 사고 후 원자력 선호도 급락」, 매일경제  
<http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2011&no=398221> 2011-06-23

- 고형규, 「정부, 원전확대정책 고수..논란확산」, 연합뉴스  
<http://news.hankooki.com/lpage/economy/201112/h2011122507145821500.htm>  
 2011-12-25
- 양이원영, 「제한송전 불가피... 프랑스 전철 밟지 않으려면」, 경향신문  
[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201101172131535&code=2011-01-17](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201101172131535&code=2011-01-17)
- 김중현, 「총리 脫원전 원맨쇼에 日 '발칵」, 서울신문  
<http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20110714800028&spage=7>  
 2011-07-14
- 조홍섭, 「한국 원전 찬성, '일본 참사' 이후에도 그대로」, 한겨레  
[http://ecotopia.hani.co.kr/?act=dispMediaContent&mid=media&search\\_target=title\\_content&search\\_keyword=%EA%B8%B0%ED%9B%84%EB%B3%80%ED%99%94&page=5&document\\_srl=1275](http://ecotopia.hani.co.kr/?act=dispMediaContent&mid=media&search_target=title_content&search_keyword=%EA%B8%B0%ED%9B%84%EB%B3%80%ED%99%94&page=5&document_srl=1275) 2011-04-20
- 임지욱, 「한국의 원전 반대, 찬성 앞질렀다」, 뷰스앤뉴스  
<http://www.viewsnnews.com/article/view.jsp?seq=75656> 2011-05-26
- 임지욱, 「한수원 "26년간 물가는 221% 상승, 전기요금은 10%만 인상"」, 뷰스앤뉴스  
<http://www.viewsnnews.com/article/view.jsp?seq=75398> 2011-05-17
- 「11 World Development Indicators - Statistics for small states, a supplement to the world development indicators 2011 (world bank.pdf)」  
<http://data.worldbank.org/sites/default/files/small-states-2011.pdf>
- 「Belgium agrees on conditional nuclear exit plans」, REUTERS  
<http://www.reuters.com/article/2011/10/31/us-belgium-nuclear-idUSTRE79U1YY20111031> 2011-10-31
- 「India opens new reprocessing plant」, World Nuclear News  
[http://www.world-nuclear-news.org/WR\\_India\\_opens\\_new\\_reprocessing\\_plant\\_160111.html](http://www.world-nuclear-news.org/WR_India_opens_new_reprocessing_plant_160111.html) 2011-01-07
- 「Japan Earthquake Jolts Global Views on Nuclear Energy」, L. S. Gilani, R. Shahid,,  
[http://www.nrc.co.jp/report/pdf/110420\\_2.pdf](http://www.nrc.co.jp/report/pdf/110420_2.pdf) 2011-04-15
- 「Nuclear Power in France」, WNA  
<http://www.world-nuclear.org/info/inf40.html> 2008, 2011-04
- 「Nuclear power opponents increase in 7 countries」, The Asahi Shimbun English Web Edition,  
<http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/analysis/AJ201105264627>,

2011-05-26

「Opposition to Nuclear Energy Grows: Global Poll」, Globescan

<http://www.globescan.com/commentary-and-analysis/press-releases/press-releases-2011/94-press-releases-2011/127-opposition-to-nuclear-energy-grows-global-poll.html> 2011-11-25

「Risk perception and energy infrastructure」

<http://www.parliament.uk/business/committees/committees-a-z/commons-select/science-and-technology-committee/news/111109-new-inquiry---risk-perception/> 2011-11-09

「Sharp World Wide Drop in Support for Nuclear Energy as 26% of New Opponents Say Fukushima Drove Their Decision」, Henri Wallard, Ipsos

<http://www.ipsos-na.com/news-polls/pressrelease.aspx?id=5265> 2011-06-20

「Support for new nuclear plants drops」, CBS News, Poll,

[http://www.cbsnews.com/8301-503544\\_162-20046020-503544.html?tag=contentMain;contentBody](http://www.cbsnews.com/8301-503544_162-20046020-503544.html?tag=contentMain;contentBody) 2011-03-22.

World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/> 2011-06-01

「原發反對、日獨中韓で増 日本は初めて多數に 世論調査」, 朝日新聞

<http://www.asahi.com/special/08003/TKY201105250637.html> 2011-05-26

## 2010

김민지, 「反원전 버리고 ‘親환경 원자력’으로」,

<http://www.korea.kr/gonggam/newsView.do?newsId=148686983> 2010.01.24.,

「스페인 의회, 장기 에너지전략 결정 시 탈원전 정책 재고 전망」, 한국원자력산업회의\_뉴스센터\_해외동향

[http://kaif.or.kr/know/01\\_2.asp?mode=view&pidx=11081000&schk=&skey=&nP=2](http://kaif.or.kr/know/01_2.asp?mode=view&pidx=11081000&schk=&skey=&nP=2) 2010-11-11

윤순진, 「전기, 어디서 오는지 아시나요?」, 경향신문

[http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201005201812045&code=990000](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201005201812045&code=990000) 2010-05-20

「원자력발전의 특징」\_(원자력발전량을 화석연료로 대체했을 경우) 한국원자력문화재단

[http://www.konepa.or.kr/home/information/status\\_speciality.asp](http://www.konepa.or.kr/home/information/status_speciality.asp) 2010년 기준

## 2009

김명자, 「그린 레이스에서 낙오하지 않으려면」, 《동아일보》

<http://news.donga.com/3//20090114/8683864/1> 2009-01-14.

「Belgium delays nuclear phase-out until 2025: minister」, Nuclear Power Daily

[http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Belgium\\_delays\\_nuclear\\_phase-out\\_until\\_2025\\_minister\\_999.html](http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/Belgium_delays_nuclear_phase-out_until_2025_minister_999.html) 2009-10-12

## 2006

「Nuclear Energy and Education」, Nuclear Energy Review, 2006. Tarasova, N.P. and Kurochkina, A.E.

(nuclear energy and education.pdf) : [www.touchbriefings.com/pdf/2402/tarasova.pdf](http://www.touchbriefings.com/pdf/2402/tarasova.pdf)

(nuclear energy review 06.pdf) : [www.touchbriefings.com/pdf/2402/contents.pdf](http://www.touchbriefings.com/pdf/2402/contents.pdf)





한국과학기술한림원에서는 다음과 같은 종류의 총서들을 발간하고 있습니다.

- 한림심포지엄 논문집 (KAST Symposium Proceedings)
- 한림석학강연 논문집 (KAST Distinguished Lecture Note)
- 한림연구보고서 (KAST Research Report)
- 한림원탁토론회 (KAST Roundtable Discussion)
- 한림원의 목소리 (Voice of KAST)
- 한림과학기술포럼 (KAST Science and Technology Forum)

---

한림연구보고서 83

## 후쿠시마 원전 사고 이후, 국내외 여론 추이와 원전 정책의 당면 과제

A Study on the Public Acceptance and Nuclear Energy  
Policy after Fukushima Accident

---

발행일: 2013년 2월

발행처: 한국과학기술한림원

발행인: 정길생

전화/팩스: (031)726-7900 / (031)726-7909

<http://www.kast.or.kr>

E-mail/[kast@kast.or.kr](mailto:kast@kast.or.kr)

인쇄처: 진명인쇄공사

전화/팩스: (02)2279-1470 / (02)2279-1460

---

ISBN 978-89-92869-71-3 94400

ISBN 89-88706-06-4(세트)



본 사업은 과학기술진흥기금으로 지원되고 있는 사업입니다.



이 책은 한국과학기술한림원에서 발간하는 연구총서 중의 하나인 한림연구보고서입니다.

**KAST** 한국과학기술한림원  
The Korean Academy of Science and Technology

[463-808] 경기도 성남시 분당구 돌마루 42 (구미동)

Tel: 031-726-7900 Fax: 031-726-7909 E-mail: [kast@kast.or.kr](mailto:kast@kast.or.kr) Website: [www.kast.or.kr](http://www.kast.or.kr)



ISBN 978-89-92869-71-3  
ISBN 89-88706-06-4 (세트)