

## 원자력의 경제성: 쟁점 검토와 해결 과제\*

고경민\*\* · 정범진\*\*\*

### 요 약

그동안 지속되어온 원자력 경제성 논쟁은 후쿠시마 원전사고를 계기로 원전 안전성 문제와 연계되면서 더욱 심화되고 있는 추세이다. 원자력 경제성 논쟁은 발전원가 산출을 둘러싼 논쟁으로, 원자력과 다른 에너지원의 비교 우위 여부 또는 정도가 핵심 이슈이다. 본 논문은 원자력의 경제성에 대한 찬반 양론의 쟁점을 분석하여 논쟁의 합리적인 해결을 위한 과제를 제시하고자 한다. 이를 위해 본 논문은 원자력 경제성 논쟁의 준거가 되는 발전원가를 중심으로 찬반 양론의 주장들을 몇 가지 쟁점에 따라 검토할 것이다. 그리고 잘못 이해되고 있는 이슈나 여전히 해결되지 못하고 있는 이슈들을 분석·정리할 것이다. 이를 토대로 원자력 경제성 논쟁의 건설적이고 합리적인 해결을 위한 과제를 결론에 대신하여 제시할 것이다.

주요 단어 : 원자력, 경제성, 발전원가, 평준화발전원가, 원전사후처리 비용  
경제학문헌목록 주제분류 : E60, Q43, Q58

\* 본 연구는 교육과학기술부, 한국연구재단 중점연구사업(2012-0005855)의 지원을 받아 수행되었습니다.

\*\* 제주대학교 원자력과학기술연구소 학술연구교수(주저자). kmkolej@korea.com

\*\*\* 제주대학교 에너지공학과 교수(교신저자). bjchung@jejunu.ac.kr

## I. 서 론

원자력의 경제성에 대한 논쟁이 지속되고 있다. 지속가능발전위원회로 대표되는 시민단체들이 원전의 경제성에 대한 재평가를 요구하면서 시작된(이근대·박정순, 2003: 74) 이 논쟁은 후쿠시마 원전사고를 계기로 원전의 안전성 문제와 연계되면서 더욱 심화되고 있는 추세이다. 현 정부와 원전사업자, 경제계, 그리고 이들의 경제 논리를 적극적으로 옹호하는 정치세력이 원자력의 경제성을 옹호하는 그룹이라면, 원자력발전의 폐해를 지속적으로 지적해온 환경 및 시민단체와 관련 전문가들, 그리고 이들을 옹호하는 정치세력이 원자력의 경제성을 비판하는 세력이다(김면희, 2010: 277-278).

원자력 경제성 논쟁은 본질적으로 발전원가 산출을 둘러싼 논쟁이다. 그런데 이 논쟁은 중장기적으로 원자력계의 당면과제라고 할 수 있는 원전 수출 산업화 전략의 추진뿐만 아니라 안정적 전력공급을 통한 국민경제의 안정화, 그리고 정부의 전력정책 전반에까지 영향을 미칠 수 있다. 이 논쟁에는 원자력발전의 안전성, CO<sub>2</sub>로 인한 기후변화 대응, 경제성장에 필요한 대규모 전력 공급, 하계 및 동계 전력부족 사태, 화석연료 고갈문제 등과 같은 거대 이슈들까지 연계되어 있기 때문이다.

사회적 갈등이 이해관계 갈등을 넘어서 가치갈등으로, 더 나아가서는 정치갈등으로 확대될 때, 갈등관리는 점점 더 어려워지고 해결 가능성도 불투명해진다. 원자력의 경제성 논란도 경제성장과 환경보호라는 가치갈등의 차원을 넘어 정부는 물론 입장을 달리하는 정치세력들까지 합종연횡하면서 점점 더 심각한 갈등구도를 형성하고 있다. 그럼에도 불구하고 찬반 양 세력 간의 논쟁 구도는 조정이나 타협 없는 대결적 양상만을 반복하고 있는 것으로 보인다. 원자력 문제를 둘러싼 갈등해결 없이는 원자력 르네상스도 불투명해지고,

국민경제의 기반이 되는 안정적 전력공급도 불안정해질 수밖에 없을 것이다.

원자력 경제성 논쟁은 원자력과 다른 에너지원의 비교 우위 여부 또는 정도가 핵심 이슈이다. 본 논문은 이러한 원자력의 경제성에 대한 찬반 양론의 쟁점을 분석하여 논쟁의 합리적인 해결을 위한 과제를 제시하고자 한다. 이를 위해 원자력발전의 경제성을 둘러싼 논쟁의 근거라고 할 수 있는 옹호론자들의 핵심 논점을 먼저 제시할 것이다. 다음으로 비판론자들이 주장하는 반론의 시각과 주장들을 몇 가지 쟁점으로 분류하여 제시할 것이다. 이와 같은 옹호 및 비판 세력들의 원자력 경제성을 둘러싼 논점들을 토대로 잘못 이해되고 있는 이슈나 여전히 해결되지 못하고 있는 이슈들을 분석·정리할 것이다. 마지막으로 원자력 경제성 논쟁의 건설적이고 합리적인 해결을 위한 몇 가지 과제를 제기할 것이다.

## II. 원자력 발전원가: 경제성 논쟁의 근거

원자력발전은 매우 저렴한 연료비에 기인한 총발전비용이 낮기 때문에 화력발전이나 신·재생 에너지에 의한 발전에 비해 경제성이 높은 발전 방식으로 알려져 있다. 다른 에너지원에 비해 원자력의 경제성을 판단하는 근거로 ‘발전원가’(Costs of generating electricity)라는 개념이 사용된다. 발전원가는 전력생산을 위해 지출된 총비용을 생산된 전력량으로 나누어 얻어진 ‘원/kWh’의 수치를 말한다.

발전원가는 활용 용도에 따라 회계적 측면의 ‘실적발전원가’와 경제성 검토용의 ‘계획발전원가’ 또는 ‘평준화발전원가’로 구분하여 사용하고 있다. ‘실적발전원가’는 운영 중인 발전소의 실적관리 및 경영계획 수립을 목적으로 이용되며 1년 단위로 매년 산출된다. ‘평준화발전원가’(Levelized costs of electricity generation: LCOE)는 발전소의 전 수명기간 동안에 걸쳐 발생된 비용에 대해

할인율을 이용하여 단일 가격으로 평준화시킨 발전원가이다. 이는 대상 발전소의 기술적 특성(정기 보수, 사고 정지율, 수명기간, 이용률 등)과 경제적 변수(할인율 등)에 따라 큰 차이를 보일 수 있다(한국원자력연구소, 2000: 56).

원자력의 경제성 평가는 원자력의 발전원가 산출에 기초하여 다른 발전원들과의 비교를 통해 이루어진다.<sup>2)</sup> 따라서 발전원가 산출에 고려되는 비용 요소들이 원자력의 경제성을 결정하는 요인이 된다. 원자력의 경제성을 결정하는 요인은 크게 고정비(Fixed costs)와 변동비(Variable costs)로 구분된다. 고정비에는 건설비(Overnight cost와 IDC: 순건설비 및 건설중이자)와 페로비 및 고정운전유지비가 포함되고 변동비에는 변동운전유지비 및 연료비가 주요 비용요소로 포함된다(이근대·박정순, 2005: 98-91; Thomas et al., 2007: 25-28; Thomas, 2010: 16-27; IEA and OECD NEA, 2010: 41-45).

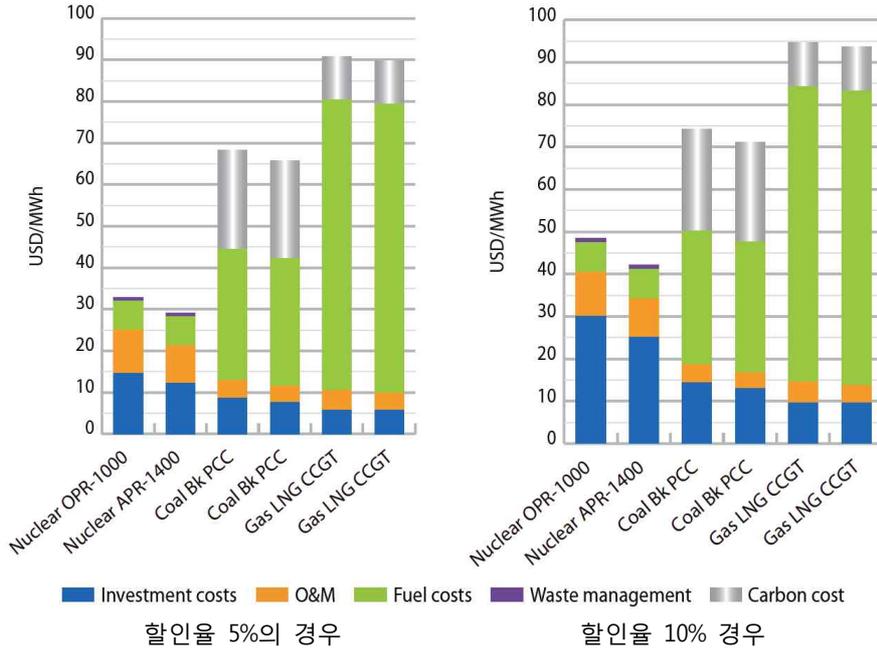
발전원간의 경제성 비교는 전력수급계획을 수립할 때 이미 수행되고 있다. 전력수급계획은 향후 15년을 대상으로 매 2년마다 전력거래소가 수립하며, 전력수요를 고려하여 어떤 발전원을 어느 시기에 어디에 놓을지를 결정한다.

[그림 1]과 <표 1>은 모두 IEA와 OECD NEA가 분석한 한국의 주요 발전원에 대한 평준화발전원가(LCOE) 비교 결과이다. 우선, [그림 1]은 할인율 차이에 따른 LCOE를 구분하여 도식화한 것으로, 원자력의 경제성이 상대적으로 높은 것을 알 수 있다. 할인율을 5%로 할 경우에는 더욱 분명한 차이를 보이지만, 10%로 할 경우 그 격차는 많이 줄어든다. 할인율 적용의 차이에 따라 발전원가가 차이를 보이는 것은 주로 건설기간이 긴 발전원의 경우 할인율 증가에 의해 건설중이자(총투자비용에 포함)가 증가하기 때문이다.

---

2) 그동안 많은 연구자와 기관들이 원자력과 타 발전원의 경제성을 비교분석했다. 이에 대해서는 Thomas et al.(2007: 32-35)을 참조할 것.

[그림 1] 주요 발전원별 평준화발전원가 비교



자료: IEA and OECD NEA(2010: 75).

한편, <표 1>에서 나타나는 두드러지는 특징은 원자력발전의 경우 건설비는 상대적으로 많이 소요되는 반면, 연료비는 상대적으로 적게 소요된다는 점이다. 이러한 비용구조의 특징으로 인해 원자력발전은 기저부하(Base load)를 담당하고 있다.

〈표 1〉 발전원별 평균화발전원가 비교

Technology	Net capacity MWe	Electrical conversion efficiency %	Overnight costs USD/kWe	Investment costs USD/kWe		Decommissioning costs USD/MWh		Fuel Cycle costs USD/MWh	Carbon costs USD/MWh	O&M costs USD/MWh	LCOE USD/MWh	
				5%	10%	5%	10%				5%	10%
원자력	OPR-1000	-	1,876	2,098	2,340	0.09	0.01	7.90	-	10.42	32.93	48.38
	APR-1400	-	1,556	1,751	1,964	0.07	0.01	7.90	-	8.95	29.05	42.09
유연탄	Black PCC	41%	895	978	1,065	0.04	0.01	31.53	24.04	4.25	68.41	74.25
	Black PCC	42%	807	881	960	0.03	0.01	30.78	23.50	3.84	65.86	71.12
천연 가스	LNG CCGT	57%	643	678	713	0.05	0.02	69.79	10.42	4.79	90.82	94.70
	LNG CCGT	57%	635	669	704	0.05	0.02	69.54	10.38	4.12	89.80	93.63

자료: IEA and OECD NEA(2010: 59-61)에서 발췌.

원자력의 경제성을 옹호하는 세력들은 전력생산의 경제성을 결정하는 핵심적인 요인을 연료비에서 찾는다(이근대·박정순, 2005: 92-94).<sup>3)</sup> 다른 발전방식에 비해 상대적으로 많은 건설비와 오랜 건설 기간은 원자력발전의 경제성을 약화시키는 주요 요인의 하나이다. 따라서 원자력의 경제성을 옹호하는 세력들은 원자력발전의 초기 투자비가 높다는 점을 인정한다. 대신에 원자력발전은 발전 연료인 우라늄이 석유나 천연가스에 비해 훨씬 저렴하다는 점을 강조한다. 즉 석유나 천연가스로 가동되는 발전소의 경우, 건설비가 원자력발전소에 비해 상대적으로 적게 소요되지만 연료비가 매우 비싸기 때문에 연료비가 차지하는 비중이 높고 발전원가도 높을 수밖에 없다고 주장한다. 또 국제적인 정치적·경제적 위기 발생시 가격 급등의 요인이 상존하기 때문에 연료가격이 오르면 그만큼 발전원가도 상승한다는 것이 이들의 주장이다.

그러나 이에 비해 원자력발전은 연료가 싸고 공급도 비교적 안정되어 있기 때문에 발전원가 중 연료비가 차지하는 비율이 매우 낮고(10.2%) 발전원가에도 크게 영향을 주지 않는다고 지적하면서 원자력발전의 경제성이 보다 안정적인 추세를 보일 것이라고 전망한다. 또 최근 표준형 원전의 반복 건설로 건설기간이 단축되고 있을 뿐만 아니라 발전원가 산정시 중요한 요소인 원자력발전소 이용률도 점점 높아지고 있어 원자력의 경제성에서 더욱 유리해질 것이라고 전망한다.

---

3) 이근대·박정순(2005: 94-105)은 연료비의 측면에서 한국, 일본, 슬로바키아, 독일, 프랑스, 미국, 체코, 캐나다의 원자력, 가스, 석탄의 경제성을 분석했다.

### Ⅲ. 원자력 경제성에 대한 반론

원자력의 경제성에 반론을 제기하는 세력들은 그동안 정부와 발전회사가 주도해 온 원자력의 경제성 담론의 핵심 근거로 활용되어 온 ‘발전원가’ 계산에 대해 문제를 제기한다. 발전원가에 근거한 원자력의 경제성은 “원자력 찬성측이 자신의 구미에 맞는 사실만을 가지고 모든 걸 설명하려는 악의적 일반화”(이진우, 2007)일 뿐이며, 그동안 “주입식으로 교육돼 왔던 원전 신화”(이인숙, 2011)에 불과하다고 비판한다.

총론적으로 볼 때, ‘발전원가’에 근거한 원자력의 경제성에 대한 비판은 비용 요소의 미합의로 인한 ‘숨은 비용’(hidden cost)에 초점이 맞춰져 왔다. 원자력 비판세력들은 발전원별 발전원가가 원자력에 불리한 비용 요소들은 의도적으로 배제하고 유리한 요소들을 중심으로 계산된다고 주장한다. 이는 곧 발전원가 계산에 어떤 비용 요소까지를 포함시켜야 하는지에 대한 의견 차이로 공감대가 형성되지 못했고, 따라서 기존의 발전원가 산출 방식에 포함되지 않는 ‘숨은 비용’이 있다는 것이다(윤순진, 2003: 368; 변진경, 2011). 원자력 비판세력들은 기존의 발전원가 산출이 건설비·연료비·운전유지비 정도만 반영한 가격을 기준으로 타 발전원보다 원자력의 경제성이 우수하다고 주장한다면서 폐로비용, 방사성 폐기물 처리비, 주변지역 보상비, 원전사고 보상비 등까지 포함하면(이헌석, 2011; 변진경, 2011; 이중원, 2011) “원자력 발전의 경제성 신화는 완전히 무너진다”(이진우, 2007)고 주장한다.

그리고 ‘숨은 비용’의 문제와 연관된 발전원가 산출의 절차적 문제도 비판의 대상의 하나이다. 비판세력들은 전력거래 단가의 수치만 밝힐 뿐 어떤 방식으로 산정했는지 제대로 밝힌 적이 없기 때문에 발전원가가 적절한지 검증된 적이 없다고 지적한다(변진경, 2011; 이인숙, 2011). 즉 ‘숨은 비용’이 누락

되었거나 원가 이하로 잡혀 계산됨으로써 발전원가를 왜곡한다는 것이다. 따라서 우리나라의 경우 원전의 경제성 평가 자체가 원천적으로 불가능하다고 주장한다(이헌석, 2011). 이러한 비판세력의 주장은 발전원가 산정 과정의 투명성과 객관성에 대한 회의적 시각에서 비롯된다.

한편, 각론적으로 발전원가에 근거한 원자력 경제성에 대한 비판은 크게 세 가지 부문으로 구분할 수 있다. 첫째, 원자력이 건설비용, 건설기간, 이자율 등이 상대적으로 높기 때문에 발전원가의 경제성을 약화시킨다고 주장한다. 원자력 비판 세력들은 “원전 건설비용이나 대출이율을 어떻게 잡느냐에 따라 원자력의 가격 경쟁력의 기복이 심하다”(이인숙, 2011)면서 다른 화석연료는 물론이고 재생가능에너지와 비교해도 “경쟁하기 힘들 정도로 비싼 수준”(유정민, 2011: 6)임을 지적한다. 이러한 문제점을 지적하기 위해 자주 인용하는 자료가 MIT(2003; 2009)의 연구보고서이고, 이외에도 비교 자료로 영국왕립공학회(RAE, 2004), 캐나다에너지연구소(Ayres et al., 2004), 시카고대학(Tolley et al., 2004)의 연구결과 등이 이용된다.

원전 건설비의 문제를 지적하기 위한 선행연구의 인용례를 보면, 우선 원자력의 발전 단가가 2003년의 6.7센트/kwh에서 2009년 8.4센트/kwh로 더 올랐는데(MIT, 2009: 6), 그 이유가 세계 금융위기 이후 원전 건설비용이 큰 폭으로 증가했기 때문이라고 설명한다는 것이다(변진경, 2011). 또 일본·한국·미국 등의 원전 건설비용을 토대로 “원전 건설비용이 매년 15%씩 증가하고 있다”(MIT, 2009: 6)는 점도 덧붙인다(이인숙, 2011). 이외에도 건설비가 실제 공사 이후에 당초 계약 금액보다 급증하는 경우가 많다는 점도 비판의 대상이다(유정민, 2011: 7). 공사 지연에 따른 건설비 상승의 대표적 사례가 핀란드의 오킬루오토(Olkiluoto) 3호기 건설 공사이다(Schneider et al., 2009: 45-46). 이처럼 막대한 건설비의 문제 때문에 “원자력 발전소는 광범위한 정부의 보장과 보조금(government guarantees and subsidies)이 제공될 경우에만 건설될 수 있다”(Thomas, 2010: 54)는 하인리히 뵐 재단의 지적을 강조한다(변진경, 2011).

둘째, 원자력 경제성에 대한 반론의 핵심 논점이라고 할 수 있는 원전사후처리 비용의 낮은 단가책정 문제를 지적한다.<sup>4)</sup> 비판론자들은 원전사후처리 문제를 원자력발전 특유의 문제로 부각시킨다. 원자력발전소는 “다른 발전소들과 달리 핵폐기물(사용후핵연료) 처분과 폐로 작업으로 인한 막대한 환경적·경제적 사후책무(liabilities)를 남기게 된다”(에너지시민연대, 2003)고 하면서, 방사능 오염물질의 제거에 오랜 시간이 소요될 뿐만 아니라 이의 근원적 해소를 위해서는 천문학적 비용이 소요될 수 있다고 주장한다(이현석, 2011; 이종원, 2011; 조한일, 2011; 변진경, 2011). 실제 처리 비용도 세계적으로 관련 연구와 처리 경험이 축적되면서 당초 예상에 비해 상당히 증가하고 있으며, 그에 따라 미국이나 영국 등은 처분비용 산정 초기에 비해 최근 들어 그 비용을 대폭 증액했다는 점을 강조한다(하승수, 2004; 에너지시민연대, 2003). 또 최근에는 사용후핵연료의 재처리를 위한 연구가 경제성 없는 투자라는 비판도 있다(『프레시안』, 2011/11/25).

요컨대, 일부 반론자들의 경우는 기존 원자력 발전원가에 이 비용이 포함되어 있지 않다고 지적하기도 하지만(변진경, 2011), 대부분의 경우 원전 건설 초기의 원전사후처리 비용의 산정이 잘못되었으며, 산정치를 현실화할 경우 사업자가 부담할 수 없는 수준일 뿐만 아니라 정부가 책정한 사후처리 비용도 해체 기준과 방식, 시기 등이 결정되지 않은 상태에서 추정되어 정확하지 않다고 지적한다(에너지시민연대, 2003; 조한일, 2011). 따라서 원전사후처리 비용의 적정성 문제로 인해 기존과 같은 방식의 발전원가 계산으로는 사실상 원전의 경제성을 정확하게 평가하는 데 근본적인 한계가 있다고 주장한다.

원전 사후처리비용 중에서도 폐로비용의 경우 최근 원자력 경제성 논쟁의 핵심 쟁점이기 때문에 그 반론 내용에 대해 보다 상세하게 검토할 필요가 있다. 그동안 여러 반대론자들이 이 문제에 대해 지적해 왔지만,<sup>5)</sup> 최근 환경운

4) 원전 사후처리 비용은 원자력발전소의 철거 및 방사성폐기물의 처분에 소요되는 비용으로, 2008년에 제정된 「방사성폐기물관리법」에 근거하여 크게 세 분야, 즉 방사성폐기물관리비용, 사용후핵연료 부담금, 원전해체 총당금으로 구분된다.

5) 그동안 폐로비용 추정에 대해서는 에너지시민연대(2003)가 발표한 바 있다. 즉 폐로비용

동연합·국회의원 강창일(2011)의 2011 국정감사 정책자료집에서 고리원자력 발전소 1호기 폐로 문제를 다루면서 쟁점으로 급속하게 확산되고 있다. 이 자료집은 OECD/NEA(2003), IEA(2001), 한국수력원자력(주)·원자력환경기술원(2005), 그리고 지식경제부(2008) 고시 등을 토대로 고리원전 1호기의 폐로비용을 최소 2,211억 원, 최대 9,861억 원이라는 막대한 비용이 소요된다고 주장한다. 한편, 변진경(2011)은 <표 2>와 같이 현재 가동 중인 국내 원전사후처리비(폐로비, 사용후핵연료처분비, 중저준위폐기물처분비 등)를 산정했다. 원자로 21기를 모두 폐로하고 폐기물들을 안전하게 밀봉·압축·냉각·수송하는 데 15조 7,026억 원의 비용이 소요될 것으로 전망한다.

<표 2> 국내원전 사후처리비 산정

원전	호기수	폐로비용*	사용후핵연료 처분비용**	중저준위폐기물 처분비용***	총비용
고리	4	1조 1,719억 원	1조 9,003억 원	1,856억 원	3조 2,578억 원
신고리	1	3,736억 원	0원	3억 원	3,739억 원
월성	4	1조 1,678억 원	2조 8,734억 원	467억 원	4조 879억 원
영광	6	2조 2,042억 원	1조 8,601억 원	968억 원	4조 1,611억 원
울진	6	2조 2,042억 원	1조 5,465억 원	712억 원	3조 8,219억 원
총합	21	7조 1,217억 원	8조 1,803억 원	4,006억 원	15조 7,026억 원

\* 2003 OECD 보고서 기준

\*\* 2011 원전별 누적 핵연료 기준(한수원 자료) 다발당 4억 1,000만 원(지경부 고시 기준)

\*\*\* 2011년 8월 누적 폐기물 기준(한수원 자료) 드럼당 455만 원(지경부 고시 기준)

참조: 억 단위 미만 버림

자료: 변진경(2011).

으로 1,600억 원(2003년 물가로 2,200억 원)이 산정되어 있으나 국제전문기관들이 발표한 산정치에 따르면 평균 3,600억~6,000억 원(IEA, 2001) 또는 약 3,800억 원(OECD NEA, 2003) 수준이 될 것으로 추정했다.

폐로비용 산출의 불확실성으로 인한 비용 증가 가능성도 원자력 경제성 비판 근거의 하나이다. 원자력발전소의 폐로 비용은 원자로형, 용량, 폐로방식, 기간 등에 따라 그리고 국가별로 상이한 기술 수준, 안전에 대한 법적 규제, 인건비, 보험료와 각종 공사비 등에 따라 편차가 크게 날 수 있다는 것이다(환경운동연합·국회의원 강창일, 2011: 8; 이현석, 2011). 비판론자들은 특히 우리처럼 폐로 경험이 없을 경우에는 당초 추정 비용을 초과하는 추가 비용이 발생할 수 있고, 안전규제가 강화될 경우에도 비용 증가가 예상된다고 주장한다.

이상과 같이, 원전사후처리 비용 문제는 국제적인 연구결과와 그에 따라 적용된 외국 사례들에 비해 낮게 산정됨으로써 원자력 발전원가가 왜곡되어 있다고 비판한다. 그리고 이는 원전사후처리 비용을 충당하는 제도상의 문제와 연관되어 있다고 본다.<sup>6)</sup> 원전해체충당금의 경우, 지식경제부 고시에 따라 원자로 한 기당 3,251억 원의 폐로비용이 적립되고 있지만, 이 비용의 적정성 문제만이 아니라 해체 비용이 별도로 적립되어 있지 않고 장부상의 부채로만 남아 있다는 점도 문제라고 지적한다. 실제 원전 해체 시점이 되면 그 비용이 부채로 적립되어 있기 때문에 막대한 재정 압박이 발생할 뿐만 아니라 추정 금액보다 커질 경우 국민의 세금으로 비용을 충당할 가능성까지 있다고 우려한다(환경운동연합·국회의원 강창일, 2011: 19; 이현석, 2011).

셋째, 원자력 관련 사회·환경적 비용과 기타 비용이 발전원가 산정에 포함되지 않고 있다고 주장한다. 원자력에 유리한 탄소비용만 반영할 것이 아니라 전력생산 과정에서 발생하는 오염원에 의한 인체피해와 같은 발전의 외부비용을 포함한 사회환경비용(Social-environment cost)(이유진, 2008)이나 핵폐

6) 원전사후처리 비용은 방사성폐기물관리비용(방사성동위원소 및 중저준위방사성폐기물), 사용후핵연료관리부담금, 원전해체충당금 등으로 적립하고 있다. 이 가운데 원전해체 비용은 한수원이, 그리고 방사성폐기물과 사용후핵연료관리부담금은 방사성폐기물관리공단에서 관리하고 있다. 2011년 6월 30일 현재 방사성폐기물관리비용은 4,043억 원, 사용후핵연료관리부담금은 4조 8,310억 원, 원전해체충당금은 4조 9,555억 원이 적립되어 있다(환경운동연합·국회의원 강창일, 2011: 18).

기물 보관시설을 둘러싼 사회적 갈등비용(이인숙, 2011)은 전혀 고려되지 않고 있다는 것이다. 반대론자들은 또 원전 개발을 위해 투입되는 교육과학기술부와 지식경제부의 막대한 연구개발기금이 원자력 경제성을 평가할 때 고려되지 않고 있다는 점도 지적한다(이현석, 2011; 조한일, 2011; 김종훈, 2011). 이외에도 전력기금에서 100억 원 정도의 금액이 원자력문화재단에서 사용되고 있는데, 이러한 “특혜성 홍보비”(이현석, 2011) 문제도 제기한다. 후쿠시마 원전사고 이후에는 원전사고 발생에 따른 피해보상 비용이 원자력 경제성 평가에 반영되지 않고 있다는 지적도 있다(이현석, 2011).

결론적으로, 원자력 경제성에 대해 비판적인 시각들은 대규모 건설비와 장기간의 건설기간, 갈수록 늘어나는 막대한 원전사후처리비용, 추산조차 어려운 환경비용과 갈등비용 및 각종 사회적 비용 등을 모두 고려할 경우 원전은 결코 경제적인 발전방식이라고 할 수 없다고 주장한다. 따라서 원자력발전이 다른 에너지원에 비해 저렴한가에 대해 보다 면밀한 검토가 필요하다는 것이 비판론자들의 공통된 주장이라고 할 수 있다.

#### IV. 원자력 경제성 논쟁의 검토

원자력 경제성 논쟁은 발전원가 계산시 고려된 비용 요소들의 종류와 정도를 중심으로 전개되고 있다. 발전비용은 크게 고정비와 변동비로 구성되며, 이외에도 할인율, 원전 가동률, 수명, 해체방식과 비용 규모, 임금, 물가변동, 폐기물 처리비용 등의 개별 요인들을 어느 정도로 포함시키느냐에 따라서 발전원가는 다르게 나타난다. 특히 발전원별 경제성 평가는 발전원별 할인율 차이, 연료 가격의 변동성, 발전원별 사회적 수용성 등에 따라 유동성의 폭이 크다고 할 수 있다. 이외에도 방사성폐기물처리 비용이나 연구개발비, 각종 안전대책비, 운전사고로 인한 비용, 대국민 홍보비, 원전 관련시설 지역지원비

등이 비용 계산에 제대로 포함되지 않고 있다고 발전원가의 신뢰성에 의문을 제기한다(윤순진, 2003: 368). 이러한 총론적 측면에서의 원자력 경제성의 문제는 각론적인 비용 요소에 대한 보다 구체적인 문제제기를 통해서 발전원가 산정의 타당성 문제를 제기한다.

첫 번째로, 원전의 건설단가가 다른 어떤 발전원보다도 많은 비용이 소요되는 것이 사실이다. 최근 원전 건설비용의 상승 요인으로 중국의 수요증가에 따른 급속한 재화가격 상승, 원전 건설을 위한 기술장비 및 설비 부족, 원자력 기술과 신규 원자력 기술자의 부족, 달러화 약세, 보수적인 건설비용 예측 방법 등이 지적되고 있으며(Thomas, 2010: 50), 이로 인해 신규 원전 건설비용은 최근 들어 급속히 증가하는 추세이다(루츠 메츠, 2011: 9). 반대론자들은 MIT(2003; 2009), 영국왕립공학회(RAE, 2004), 캐나다에너지연구소(Ayres et al., 2004), 시카고대학(Tolley et al., 2004) 등의 연구결과를 이용하여 과도한 원전 건설비의 문제를 지적한다. 그러나 국가별·부지별·사업여건별·공급범위별로 건설비 단가 산정기준이 상이하기 때문에 정확한 단가산정 및 상호비교는 현실적으로 어렵다. 또한 원전 설계가 과거에 비해 보다 단순하고 효과적인 형태로 이루어지고 있으며(Thomas, 2010: 49), 기술혁신과 지속적인 건설 경험도 건설비를 저감시키는 효과를 가져온다.

〈표 3〉 주요 경쟁노형별 건설단가

구 분	APR1400 (한국)	ACR1000 (캐나다)	EPR (프랑스)	ABWR (일본)	AP1000 (미국)
건설단가(US\$/kW)	2,085	2,800	3,400	2,900	3,582

자료: WNA(2010. 7); 백훈(2011a: 7) 재인용.

우리나라의 주력 노형인 APR1400의 경우, 기술과 경험의 우위를 바탕으로 건설단가를 \$2,085/kW(신울진 3, 4호기 기준)로 낮추었다. <표 3>과 같이

WNA(World Nuclear Association) 자료에 따르면, 이는 다른 국가들에 비해 30% 이상 저렴한 수준이다. 그동안 국내 원자력사업자들은 차세대 대용량 원전(1400MW, 1500MW) 개발로 ‘규모의 경제’에 따른 건설단가 저감, 공기 단축을 통한 건설이자 절감 등의 노력을 통해 건설비 절감에 많은 노력을 기울이고 있다(백훈 2011a: 7). 또한 원자력은 일반적으로 건설기간이 매우 길고, 초기 투자비가 큰 발전원인 것도 사실이다. 그럼에도 불구하고, 발전원가에서 차지하는 연료비의 비중이 타 발전원에 비해 월등히 낮아 연료 수급이나 연료가격 변동이 경제성에 크게 영향을 주지 않는다는 장점도 강조되어야 한다.

<표 3>에서 제시된 원전건설단가는 국가별로 그리고 노형별로 다소간의 차이를 보이거나 유사한 가격대를 보인다. 이 가격이 원전의 해외수출을 전제로 제시되고 있는 가격임을 주목할 필요가 있다. 타 발전원과의 비교우위를 점하기 위해 의도적으로 낮은 가격을 책정했다면 이 가격을 수출을 위한 건설단가로 제시하지 않을 것이기 때문이다.

두 번째로, 원전사후처리 비용문제는 최근 들어 가장 큰 논란이 되고 있는 이슈이다. 원전사후처리는 원자력발전소의 운전이 종료된 이후에 발생하게 되므로 미래에 소요되는 비용을 발전소 운영 중에 발생된 수익으로부터 미리 확보해야 한다. 이를 위해서는 사후처리 사업별로 소요되는 비용을 평가한 후 발전소 수명기간 동안 그 비용을 배분한다. 원자력 발전원가에 원전사후처리 비용이 포함되지 않았다는 일각의 주장과는 달리, 현재 우리나라는 2008년에 제정된 「방사성폐기물관리법」(이하 「방폐법」)에 근거하여 원자력발전소의 철거 및 방사성폐기물의 처분에 소요되는 비용, 즉 방사성폐기물관리비용, 사용후핵연료 부담금 및 원전해체 충당금을 적립하고 있다. 2009년부터 시행되고 있는 「방폐법」은 원전사후처리충당금의 산정 기준을 시행령에 위임하고 있고, 이에 관한 규정이 지식경제부 고시에 의해 시행되고 있다.

논쟁의 쟁점은 그 비용의 적정성이다. 원전사후처리 비용은 「방폐법」 제14조(방사성폐기물의 관리비용)에 따라 ‘원전사후처리비용 산정위원회’에서 주기적인 검토를 통해 그 비용을 결정한다. 현재 시행되고 있는 비용산정제도와

그 적정성 평가는 다음과 같다. 첫째, 중·저준위 방사성폐기물 관리비용은 기존의 총당금에서 국가가 관리하는 기금형태로 바뀌고, 방사성폐기물 처분장 건설 및 방사성폐기물관리공단설립 등 여건 변화를 반영하여 중·저준위 방사성폐기물 관리비용을 현실화했다.<sup>7)</sup> 그리고 과거 산정기준이 없었던 비원전 방사성폐기물과 총당금으로 관리하던 원전 방사성폐기물을 통합하여 비용체계를 일원화했다(원전사후처리비용 산정위원회, 2008: 5-11, 16-17). <표 4>는 「방폐법」 하에서 새롭게 산정된 중·저준위 방사성폐기물 관리비용 단가이다.

**<표 4> 중·저준위 방사성폐기물 관리비용 산정 내역**

구 분	내용	드럼당 관리비용 단가
동굴처분시설 건설비용	1,915억 원/10만 드럼	192만 원
공동시설 건설비용	9,505억 원/80만 드럼	119만 원
운영비용	182억 원/13,000 드럼*	140만 원
폐쇄비용	351억 원/80만 드럼	4만 원
합 계		455만 원

\* 연간 방사성폐기물 반입량 80만 드럼/60년 = 13,000드럼/년

\* 특별법에 의한 유치지역 지원수수료(637,500원)는 별도

둘째, 사용후핵연료 부담금 역시 기존의 총당금에서 국가가 관리하는 기금형태로 바뀌었고 이 비용에 대한 재평가 작업이 이루어졌다. 현재 적용하고 있는 경수로형 및 중수로형 사용후핵연료 처분단가는 한국원자력연구원에서 수행한 고준위폐기물 처분시스템개발연구 결과인 ‘한국형 사용후핵연료 처분시스템’을 근거로 산출한 것이다. <표 5>는 사용후핵연료 부담금 산정 내역이다. 이 부담금의 규모는 사용후핵연료에 대한 정부 정책과 국민 수용성에 따라 달라질 수 있으므로 부담금의 규모에 대한 재산정 작업이 지속적으로 수행되고 있다.

7) 중·저준위 방사성폐기물 관리비용의 경우 과거 200ℓ 드럼당 385만 원이던 것을 455만 원으로 상향 조정했다(원전사후처리비용 산정위원회, 2008).

〈표 5〉 사용후핵연료 부담금 산정 내역

구분		비용(억원)	
		경수로	중수로
중 간 저 장	부지선정/건설/운영	17,710	4,440
	수송/연구개발	6,910	1,535
	소계	24,620	5,975
	중간저장 단가(kgU)	20만 원	7만 원
처 분	부지평가/연구개발	9,479	3,537
	부지확보/처분시설건설/운영	131,679	47,799
	처분시설 폐쇄	2,658	501
	소계	143,816	51,837
	처분 단가(kgU)	75만 원	23.5만 원
관리비용 단가(kgU)		95만 원	30.5만 원

\* 사용후핵연료는 중앙집중식으로 50년 동안 중간저장 후 처분하며, 중간저장시설은 '16년부터 50년 동안 별도 부지에 2만 톤(경수로 12,000톤, 중수로 8,000톤) 규모로 건설·운영

\* 처분시설은 '46년부터 운영을 시작하여 초기 20년 중수로 연료 11,500톤, 이후 30년 동안 경수로 연료 22,500톤 등 총 34,000톤 처분 후 10년간 시설 폐쇄

셋째, 원전해체 총당금은 해외 원전해체 사례(웨스팅하우스형 900MWe 경수로)를 기준으로 운영 종료 후 10년간 밀폐 관리 후 3년 동안 해체하며, 해체폐기물 처분비는 호기당 14,500드럼에 여유도 30%를 적용하는 것으로 가정되었다. 그에 따라 호기당 기준으로 밀폐 관리에 1,436억 원, 철거에 1,089억 원, 폐기물 처분에 726억 원으로 총 3,251억 원으로 산정하고 있다. 우리나라가 보유하고 있는 경수로(PWR)와 중수로(PHWR/CANDU)의 경우 OECD/NEA(2003)는 각각 336\$/kWe(표준편차 205), 378\$/kWe(표준편차 74), 미국의 연구결과(Dominion Energy Inc. et al., 2004)는 관점에 따라 각각 298~475\$/kWe, 212~337\$/kWe로 평가되었다. 설정된 금액인 3,251억 원을 2003년도

의 환율을 적용하여 산출한 국내 적용단가는 302\$/kWe로 평가 되었으며, 이 금액은 해외에서 산정한 범위에 포함되어 있다(김승수 외, 2008: 63; 최종원, 2011: 11).

〈표 6〉 원전사후처리충당금/기금의 적립 현황(2011. 6. 30 기준, 억원)

구분	방사성폐기물관리비용		사용후핵연료 관리부담금			원자력 발전소 해체비용
	충당부채	기금납부	사용후핵연료 ('09.1월 이후 발생분)	미지급금** ('09.1월 이전 발생분)		
				원금	이자	
충당액	5,146		15,128	39,250	-	49,562
사용액	825	277*	6,617***	3,487****	-	7
잔액	4,043		8,511	35,763	4,036	49,555*****

\* 사용액 : 2009년 1월 이전 방폐물처분장 부지선정 관련 사업비 및 운영비, 2010년 12월 2,000 드럼 이송분 정부 기금납부 및 운송비

\*\* 방폐법 시행('09.1월) 이전 발생한 사용후핵연료에 대한 처분비(5년간 경과이자를 포함하여 2014년부터 15년간 원금 균등분할 납부, 충당부채에서 미지급금으로 전환)

\*\*\* 기금 납부

\*\*\*\* 중저준위방폐장 부지확보비 및 사용후핵연료 처분관련 연구비, 조직운영비 등

\*\*\*\*\* 사용액 : 원전 해체 관련 연구개발비로 사용

자료: 백훈(2011b: 6-8) 참조 작성.

〈표 6〉은 최근까지의 원전사후처리충당금 및 기금의 적립 현황이다. 원전 사후처리충당금 산식에 의해 산정된 당해 연도 충당금은 발전원가에 반영되어<sup>8)</sup> 전력수요자로부터 전기요금으로 징수하고 있다(백훈, 2011b: 8; 최종원, 2011: 5). 그리고 원전사후처리충당금 및 기금으로 적립되는 비용의 규모도 다른 나라에 비해 적지 않다. 미국은 12만 톤의 고준위폐기물 처분에 96.2b \$(약 102조 원)의 비용 소요를 예상하고 있는데, 이를 환산하면 88만 원/kg이

8) 2010년도의 원전사후처리비용이 발전원가에 반영된 내용은 방사성 폐기물 관리비용 137.8억 원, 사용후핵연료 관리부담금 4,538억 원, 그리고 원자력발전소 해체비용 2,534억 원 등이다(백훈, 2011b: 6-8).

다. 우리나라는 95만 원/kg으로 산정하고 있으며, 1983년부터 정부에 1mill(약 1.1원)/kWh 납부하고 있다. 또 캐나다의 경우 370만 다발 처분에 16.2bC\$(약 18.4조 원)의 비용 소요를 예상하고 있는데, 이를 환산하면 497만 원/다발이다. 우리나라의 경우 579.5만 원/다발을 산정하고 있으며, 2002년 정부에 550MC\$(6,247억 원) 납부 후 매년 110MC\$(1,249억 원)를 추가로 납부하고 있다(백훈, 2011b: 8).

이상에서 볼 때, 중·저준위 방사성폐기물 관리비용은 현재 건설 중인 10만 드럼 규모의 시설에 대한 비용을 반영한 것으로, 불확실성을 최소화하기 위해 예측 가능한 비용과 실제 소요되는 비용을 바탕으로 관리비용을 산정하고 있어 비용에 대한 신뢰도가 높아지고 있다. 사용후핵연료 관리비용도 한국형 사용후핵연료 처분시스템을 근거로 산출한 것으로 지속적인 비용국산화를 통하여 그 신뢰도를 향상시켜가고 있다. 다만, 부지확보비용에 대한 불확실성이 높고 부지확보와 시설 건설·운영을 위한 지역 지원비 등 사회적 비용에 대한 고려가 필요하다. 그리고 원전해체충당금의 경우도 발전원가에 반영되고 있으며 설정된 금액도 해외의 원전해체비용 금액 범위에 포함되어 적정한 것으로 판단된다. 그러나 국내의 현실을 고려한 공학적 판단에 의하여 국내 비용단가로 산출하는 추가적인 노력이 필요하다(최종원, 2011: 12).

최근에 제기되고 있는 원전사후처리 비용에 대한 논란에도 불구하고, 이상에서 보듯이, 2008년 「방폐법」 제정 이후 비용 산정기준이 비교적 합리적이고 현실적으로 변경되었다. 그리고 이러한 산정 기준의 변화가 이해관계의 논리가 아닌 경제성 논리로 접근해 가고 있으며, 현재 수행 중인 방사성폐기물 처분장 건설비용 등 관리사업의 비용요소를 면밀히 검토하여 산정해가고 있는 추세이다. 또한 충당금의 적정성 여부와 충당금 산정식의 적합성의 경우, 향후 국내외 여건과 환경 변화에 따라 주기적으로 변경될 수 있도록 제도적 유연성도 담보되었다. 원전사후처리 비용의 적립을 위한 제도 변화도 주목할 만하다. 「방폐법」이 제정되기 이전까지는 발전사업자가 원전사후처리 비용을 회계상 충당부채로 인식하여 재원을 적립해 나가는 원전사후처리충당금 제도를

도입·운영해 왔다. 하지만 2009년부터는 「전기사업법」에서 관리되던 중·저준위 방사성폐기물 충당금과 사용후핵연료 충당금은 각각 기금과 부담금 형태로 바뀌었으며, 원전해체 비용은 기존의 충당금 형태를 유지하도록 법이 개정되었다. 기존의 충당금 체제에서는 충당금 재원을 현재의 경영활동에 활용할 수 있기 때문에 미래에 발생할 소요비용을 제대로 충족시키지 못할 위험성이 존재하게 된다. 이를 해결하기 위한 방편으로 정부에서는 「방폐법」 제정을 통해 원전 해체비를 제외한 나머지 두 비용을 기금화 했다.

요컨대, 원전사후처리 비용 문제는 2008년 「방폐법」 제정 이후 정부 차원의 충당금 관리의 투명성과 여건과 환경 변화에 따른 충당금 산정식의 유연화, 그리고 중·저준위 방사성폐기물과 사용후핵연료 처리를 위한 비용의 기금화를 통한 안정적 재원 확보의 길을 텃다.

세 번째로, 원자력발전량 1 kWh당 1.2원으로 적립되어 원자력연구개발에 사용되는 원자력연구개발기금 역시 원전 운영비용에 포함되어 계산되고 있다. 한국원자력문화재단에서 사용하고 있는 연간 100억 원 규모의 비용은 원전운영비에 포함되고 있는지가 확실하지 않으나 이 정도의 규모는 다른 비용요소에 비해 미미한 수준이므로 포함 여부가 수치상 큰 변화를 야기하지 않을 것으로 판단한다.

네 번째로, 경제성 비교를 위해서는 발전원별로 가상의 표준발전소(Standard plant)를 상정하고 비용요소를 고려하지만 실제로는 운전이력이 포함된다. 예를 들어 발전소를 건설하고서 전 출력(Full power)으로 1년간 운전한 경우와 출력이 증감되면서 이용률이 낮은 경우를 비교하기 어렵기 때문이다. 현재의 방식은 이용률을 고려하지 않고 모두 전 출력으로 운전한다고 보고 경제성을 비교하고 있는 것이다. 이러한 방식은 원자력발전소의 운전상황과는 매우 일치하나 LNG 발전소나 신재생에너지 발전원의 경우 이용률이 낮기 때문에 이렇게 고려할 수 없다. 그러나 현재와 같이 운전이력을 고려하지 않은 경제성 비교 방식이 원자력발전에 결코 유리한 방식이 아닌 것은 틀림없다.

마지막으로, 검토될 문제는 원자력 관련 사회적 비용과 기타 비용의 문제이다.

비판론자들의 지적 중 원자력발전의 광범위한 환경적·사회적 영향의 문제까지 비용으로 고려하기는 무리일 것이다. 그러나 간과할 수 없는 중요한 지적에는 귀를 기울일 필요가 있다. 방사성폐기물 저장시설 건설을 위한 부지확보 비용에 대한 높은 불확실성과 부지 확보와 시설의 건설 및 운영을 위한 지역 지원비 등 사회적 비용에 대한 고려는 필요하다(최종원, 2011: 12). 또한 핵폐기물 저장시설을 둘러싼 사회적 갈등은 비용 상승의 주된 요인이 될 수 있기 때문에 적절한 갈등관리가 요구된다고 할 것이다. 또한 후쿠시마 원전사고 이후 안전성 강화비용의 상승과 상대적으로 낮은 사회적 수용성으로 인해 늘어나는 사회적 비용은 원자력이 넘어야 할 주요한 당면 과제의 하나라고 할 수 있다(백훈, 2011a: 17).

이외에도 많은 비용요소들이 거론되고 있다. 체르노빌과 후쿠시마 원전 사고로 인한 환경의 위해에 대해 어떻게 비용 측면에서 고려할 것인가에 대해 원전 반대론자들은 무한대의 비용을 제안하기도 한다. 그러나 경제성 관점에서 이에 대한 타당한 고려방식은 보험료의 수준일 것이다. 후쿠시마 원전사고 이후 보험료의 인상 여부는 알 수 없지만 현재까지 이러한 보험료가 비용에 포함되어 있다는 것은 분명한 사실이다. 그런데 만약 원자력과 관련된 포괄적이고 다양한 사회적 및 기타 비용까지 모두 발전원가 산정에 고려해야 한다고 주장한다면, 이는 원자력의 경제성 문제를 해결하기 위한 논변이라기보다는 원자력발전을 반대하기 위한 억측이라고 생각된다.

반대론자들의 주장처럼, 만약 원자력발전과 관련된 다양하고 포괄적인 사회적·기타 비용까지 발전원가에 고려해야 한다면, 원자력의 간접적 경제효과나 외부경제효과 역시 고려되어야 할 것이다. 지난 20년간 물가가 약 3배 오르는 중에도 전기 요금은 거의 오르지 않았던 것도 원자력 발전 덕택이라 볼 수 있다. 또 생명공학의 발전과 국민건강 증진에 대한 원자력의 기여도 간과할 수 없는 원자력의 효과라고 할 것이다(박창규, 2005). 에너지 안보를 위한 핵심 수단의 하나가 되고 있다는 점도 빼놓을 수 없는 원자력의 효과이다. 이처럼 원자력은 정량화하기 어려운 다양한 직·간접적인 경제적·사회적·국가

적 효과를 갖고 있다.

원자력은 반대론자들의 지적처럼 부정적 외부효과를 만들어내기도 하지만, 그에 상응하는 긍정적인 외부효과도 창출한다. 따라서 원자력 관련 사회적 비용과 기타 비용의 발전원가 포함 여부의 문제는, 거시경제효과나 외부경제효과의 포함 여부의 문제와 마찬가지로, 보다 신중하게 논의될 필요가 있다.

## V. 결론에 대신하여: 논쟁 해결을 위한 과제

서론의 문제의식으로 돌아가면, ‘원자력의 경제성’ 문제는 단순히 발전원가의 계산 문제를 둘러싼 원자력 옹호세력과 비판세력 간의 갈등문제에 국한되지 않는다. 원자력의 경제성 논쟁에는 발전원가 산정과 관련된 각종 비용 요소의 포함 여부와 정도 이외에도 원자력발전의 안전성, CO<sub>2</sub>로 인한 기후변화 대응, 경제성장에 필요한 대규모 전력공급, 하계 및 동계 전력부족 사태, 화석연료 고갈문제 등과 같은 국가 에너지 계획 및 인프라와 같은 거대 이슈들까지 연계되어 있기 때문이다. 따라서 원자력의 경제성 논쟁에는 원자력발전의 지속·확대를 지향하는 ‘친 원자력 세력’과 원자력발전의 재검토·폐쇄를 주장하는 ‘반 원자력 세력’<sup>9)</sup> 간의 팽팽한 긴장 관계가 반영되어 있다. 따라서 원자력 경제성 논쟁은 향후 원자력의 지속 가능성과 전력정책의 수립에도 지대한 영향을 미칠 수 있는 잠재적 이슈라고 볼 수 있다. 이는 그만큼 이 논쟁의 합리적 해결 내지는 관리의 필요성을 방증하는 것이다.

앞의 논의 과정에서 나타났듯이, 어떤 문제제기나 비판의 경우는 그동안 변

9) 반 원자력 세력은 후쿠시마 원전사고 이후 민주당·민주노동당·진보신당 등 야당과 녹색연합·전국민주노동조합총연맹·참여연대·환경운동연합 등 시민사회단체, 삼척 핵발전소 유치 백지화위원회와 ‘영덕 핵발전소 반대 500인 결사’ 같은 주민단체 등이 참여하는 연합조직의 형태로 대규모화되고 있다. 2011년 3월 50개 단체로 구성된 ‘일본 대지진, 핵사고 피해지원과 핵발전 정책 전환을 위한 공동행동’이 결성되었고, 이 조직을 기반으로 40여개 단체로 재구성된 ‘핵없는 사회를 위한 공동행동’이 2011년 6월 발족했다.

화된 발전원가 산출체계에 대한 물이해에서 비롯된 경우도 있는 것으로 보인다. 그러나 많은 외국의 선행연구와 사례들을 토대로 세계적 추세에 조응한 건설적인 지적과 비판이 제기된 것도 사실이다. 원자력의 경제성 논쟁에 관한 검토를 통해서 볼 때, 무엇보다도 중요하게 지적될 문제는 원자력 경제성에 관한 옹호 및 비판 세력 간의 소통이 부재하거나 부족하다는 점이다. 사실, 발전원간의 경제성 비교를 하기 위해서는 어떤 조건에서 비교할 것인지에 대해 먼저 기준과 원칙을 먼저 정해야 하는데, 국내외적으로 이러한 조건에 대한 합의를 도출하기 위한 논의가 이루어진 적이 없으며, 단지 각각의 발전원에서 자체적으로 산정한 계산방식을 따르고 있다는 점이다. 따라서 원자력 찬반세력 간의 소통 문제는 원자력 경제성 논쟁의 해결을 위한 선결과제라고 할 것이며, 보다 세부적으로 다음과 같은 몇 가지 과제가 제기된다.

첫째, ‘경제성’의 개념에 대한 미합의가 논쟁의 초점을 흐려지게 하고 있다. 경제성 개념에 대해 비판론자들은 주로 발전원가 산출에 초점을 맞춰 최소비용 최대효과 원칙을 강조하는 반면, 옹호론자들은 경제성장의 동력원, 전기요금 안정화, 에너지 안보 등과 같은 보다 거시적인 경제성 개념에 주목하는 경향을 보이고 있다. 이러한 상이한 초점의 문제는 원자력의 경제성을 국가의 시각에서 볼 것인지 발전사업자, 즉 기업의 시각에서 볼 것인지에 대한 미합의에서 기인하는 것으로 보인다. 기업적 시각에서의 경제성은 이윤창출이 가장 기본적인 목표이기 때문에 발전원가에서 타 발전원에 대한 원자력의 우위가 가장 중요한 고려사항이 될 것이다. 그러나 국가의 에너지원 선택에서는 기업 경제성을 넘어서는 국가 경제성의 개념을 간과해서는 안 될 것이다. 따라서 원자력의 경제성 논쟁은 ‘최소비용 최대효과’의 창출이라는 ‘협정의 경제성’과 함께 미래 전력수요의 전망과 장기적인 에너지 공급의 안정성, 기후변화 대응전략 등과 같은 보다 거시적인 국가의 전략적 차원까지 고려한 ‘광의의 경제성’ 사이에서 개념적 합의나 조정이 선행되어야 할 것이다.

둘째, 발전원가 산출의 적정성 여부를 주장하는 근거자료 인용의 객관화가 필요하다. 그동안 국제 에너지 전문기관이나 관련 연구기관들에서 원자력 경

제성과 발전원가에 관한 수많은 연구 결과들을 산출했고, 상이한 연구결과도 비일비재하다. 발전원가에 접근하는 관념이나 시각, 방법론 등에 따라 상이한 결과가 나올 수 있다는 것은 당연한 지도 모른다. 그런데 국내 원자력 찬반세력들은 우리나라의 발전원가 산정의 문제점이나 타당성을 주장하는 과정에서 이러한 근거자료들을 자신들의 주장에 합치되는 자료들만 편의적으로 이용함으로써 객관성을 약화시키고 있다. 또 동일한 자료라고 하더라도 전체적인 논지보다 자신들의 주장을 뒷받침할 수 있는 부분만 발췌 인용하는 경우도 있다. 근거자료 인용의 객관성 없이는 상대방과 국민들을 설득하기 어려울 것이다. 따라서 원자력 경제성에 관한 보다 생산적인 논쟁을 위해서 관련 정보와 자료 이용의 객관성을 높이는 것이 필요하다.

셋째, 에너지 수급 문제에 대한 이상과 현실 사이의 격차를 줄이기 위한 소통의 필요성이 지적될 필요가 있다. 최근 원자력 문제를 둘러싼 논쟁이나 갈등은 제로섬 게임이라고 해도 과언이 아닐 만큼 상대방의 주장과 논리에 극명하게 배치되는 주장 일색이라고 할 수 있다. 한편에서는 원전 확대와 원전 수출 산업화를 추진하고, 다른 한편에서는 반핵과 탈핵을 주장한다. 원자력의 경제성 논쟁은 이러한 양극적 대립구도에 함몰될 수밖에 없을 것이다. 그래서 옹호론자들은 원자력의 경제성을 연료비와 에너지 안보에, 반대론자들은 원전 사후처리와 사회적·환경적 문제에 착목하여 자기 주장의 논리 강화에만 집중하게 된다. 이런 상황에서 원자력의 경제성에 관한 합리적이고 건설적인 논쟁은 실종될 수밖에 없을 것이다. 결국, 찬반 양측 모두 이상주의적 극단보다는 현실주의적 상호 수렴이라는 관점에서 원자력의 경제성 문제에 접근해야 할 것이다.

넷째, 원자력 정책에 대한 신뢰성 부족 문제도 논쟁의 근본적인 인자라고 할 수 있다. 최근에 나타나는 치열한 정책논쟁의 경향은 직접적인 이해관계자나 정부와 여·야당에서 이루어지기보다 정부 대 NGOs 또는 국민이라는 대립구도 하에서 이루어지고 있다. 이들 간의 논쟁은 종종 국익과 유리된 결정으로 귀결되거나 대규모 저항으로 인한 파국적인 결과를 초래하기도 한다. 이

러한 현상은 아마도 정책소통의 부재나 부족을 상징적으로 보여주는 가장 극명한 사례일 것이다. 이미 원자력 부문에서도 과거 방폐장 건설 갈등으로 유사한 흥역을 치른 바 있다. 이러한 문제의 원인이 어디에 있는가는 논쟁적인 문제이다. 그럼에도 분명한 것은 국민으로부터 선출된 대표인 정부의 대국민 책임성의 관점에서 볼 때, 일정 부분 정부에도 책임이 있다는 점일 것이다. 그리고 이는 정부의 정책에 대한 불신의 팽배에서 비롯되는 경우가 많다는 것이다. 원자력의 경제성과 관련된 논쟁에서도 발전원가 산출과 관련된 정보 공개의 문제를 제기하고 있다. 또 산출 절차와 과정의 투명성도 요구하고 있다. 비판론자들의 참여도 요구하고 있다. 이런 비판론자들의 문제제기와 요구를 수용하지 않을 경우 원자력 정책에 대한 신뢰성은 더욱 타격을 받게 될지도 모른다. 따라서 발전원가 산출 과정에 원자력 비판론자들을 어떻게 수용할 것인지에 대한 적극적인 준비와 논의가 필요하다.

마지막으로, 원자력의 경제성 논쟁을 해결하기 위한 일본의 사례를 지적할 필요가 있다. 후쿠시마 원전사고 이후 일본에서는 원자력의 경제성에 대한 정부 차원의 검증이 이루어졌다. 원전사고 이후 원자력의 각종 사회적 비용이 드러나면서 원전이 정말 값싼 에너지원인가에 대한 의문이 제기되었고, 이에 일본 정부는 ‘발전단가검증위원회’를 구성하여 이러한 문제에 대응했다. 이 위원회는 발전단가의 계산방법과 결과를 모두 공개했고, 각계의 의견을 반영하여 이를 수정하겠다는 입장이다. 보다 과학적인 방법과 객관적 데이터에 의거한 합의적인 에너지 전략 수립에 기여할 것으로 기대되고 있다(정성춘, 2012). 이러한 일본의 사례는 향후 한국 원자력계가 직면할 수도 있는 개연성이 충분한 참고 사례라고 할 수 있다. 장기적으로 원자력의 경제성 문제는 정부의 기존 일방적 주장의 답습을 넘어 공개적이고 투명한 논의를 통한 반대 측과의 소통을 준비해야 할 것이다.

접수일(2012년 2월 27일), 수정일(2012년 4월 25일), 게재확정일(2012년 5월 9일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 김면희. 2010. “기후변화 대응의 정치경제: 독일과 프랑스의 원자력발전 정책 상이성 탐구.” 『EU연구』 제26호.
- 김승수 외. 2008. 『원자력 경제성 분석 연구』, KAERI/RR-2959/2008. 한국원자력연구원.
- 김종훈. 2011. “원전 정부의 선전대로 안전·경제성 우수할까?” 『아시아투데이』, 3월 25일자.
- 루츠 메츠. 2011. “후쿠시마 사고 이후 원자력의 미래: ‘원자력 르네상스’가 도래하지 않을 이유.” FES Information Series 2011-04. 프리드리히 에버트 재단 한국 사무소.
- 박창규. 2005. “원자력기술의 경제학.” 『조선일보』, 9월 23일자.
- 백훈. 2011a. “원자력발전소 건설 및 운영비용.” 원자력전문정책포럼 발표집(8. 18~19)
- 백훈. 2011b. “원전사후처리충당금/기금 운영 및 적립 현황.” 원자력전문정책포럼 발표집(8. 18~19)
- 변진경. 2011. “폐쇄비용만 15조. 그래도 원전이 싸다고?” 『시사IN』 213호(10. 21).  
<http://www.sisainlive.com/news/articleView.html?idxno=11346>(검색일: 2012. 2. 12)
- 에너지시민연대. 2003. 『에너지시민연대의 녹색전력 2015 제안』. 에너지시민연대-산업자원부 토론회 자료집.
- 원전사후처리비용 산정위원회. 2008. “방사성폐기물 사후처리비용 요율 산정에 관한 최종보고서.” 5. 21.
- 유정민. 2011. “후쿠시마의 교훈과 한국의 에너지 정책.” 진보신당 정책위원회/녹색위원회 주최. 『한국의 원전 증설 이대로 좋은가: 핵 위협 없는 한국 사회를 생각한다』, 2011. 3. 25, 국회도서관 소회의실.
- 윤순진. 2003. “기후변화 대응전략으로서의 원자력발전정책에 대한 비판적 검토: 지속 가능한 발전의 관점에서.” 『한국행정학보』 제37권 제4호, 359-382.
- 이근대·박정순. 2005. 『사후처리비용과 원자력발전의 경제성 평가』, 기본연구보고서 2005-08. 에너지경제연구원.

- 이유진. 2008. “원자력 위주 국가에너지기본계획 재검토해야.” 『시민사회신문』, 제56호, 6월 14일자.
- 이인숙. 2011. “원전신화 대해부: 정말 경제성 있다.” 『경향신문』, 3월 29일자.
- 이중원. 2011. “탈핵 시대.” 『경향신문』, 12월 4일자. 서울시립대 교수
- 이진우. 2007. “진실은 거짓 뒤에 감춰져 있다.” 『시민사회신문』, 제24호, 10월 22일자.
- 이현석. 2011. “원자력이 싸다? 고의적 계산실수!” 『주간경향』 제930호(6. 21).  
<http://newsmaker.khan.co.kr/khnm.html?mode=view&code=114&artid=201106151715431&pt=nv>(검색일: 2012. 2. 12)
- 정도영. 2011. “원자력의 경제성: 전력수급계획에서의 경제성 평가.” 원자력전문정책포럼 발표집(8. 18~19)
- 정성춘. 2012. “동일본 대지진 이후 일본의 에너지 선택: 「발전단가 검증위원회」 결과 분석 및 시사점.” 『오늘의 세계경제』, Vol. 12, No. 3(2. 17).
- 조한일. 2011. ““원전은 경제적이라는 환상.” 『민중의 소리』, 3월 22일자.
- 지식경제부. 2008. “방사성폐기물 관리비용 및 사용후핵연료 부담금 등의 산정기준에 관한 규정.” 고시 2008-227(12월).
- 최종원. 2011. “원자력발전소 사후처리충당금의 적정성.”
- 하승수. 2004. “방사성폐기물 관리 법제의 문제점과 정비방안.” 탈핵과 대안적 전력정책 국회의원 연구모임 주최 토론회 발제자료, 9월.
- 한국수력원자력(주)·원자력환경기술원. 2005. “원전폐로정책 및 중장기계획 수립을 위한 사전 연구.”
- 한국원자력연구소. 2000. 『원자력과 경제』.
- 환경운동연합·국회의원 강창일. 2011. 『원자력이 멈추는 날: 고리원자력발전소 1호기 폐로비용추산 및 준비정도 평가』, 2011 국정감사 정책자료집 4. 9월.
- Ayres, Matt, Morgan MacRae, Melanie Stogran. 2004. *Levelised Unit Electricity Cost Comparison of Alternate Technologies for Baseload Generation in Ontario*. August. Canadian Energy Research Institute. 2004.
- Dominion Energy Inc., Bechtel Power Corporation, TLG, Inc., MPR Associates. 2004. *Study of Construction Technologies and Schedule, O&M Staffing and Cost*,

- Decommissioning Costs and Funding Requirements for Advanced Reactor Design.*  
May 27.
- IEA(International Energy Agency) and OECD NEA(Nuclear Energy Agency). 2010.  
*Projected Costs of Generating Electricity.*
- MIT(Massachusetts Institute of Technology). 2003. *The Future of Nuclear Power: An Interdisciplinary MIT Study.*
- MIT(Massachusetts Institute of Technology). 2009. *The Future of Nuclear Power: Update of the MIT 2003. MIT Energy Initiative.*
- OECD/NEA. 2003. *Decommissioning Nuclear Power Plants.*
- RAE(Royal Academy of Engineering). 2004. *The Costs of Generating Electricity.*
- Schneider, Mycle, Steve Thomas, Antony Froggatt, Doug Koplow, Julie Hazemann. 2009.  
*The World Nuclear Industry Status Report 2009: With Particular Emphasis on Economic Issues. August. Commissioned by German Federal Ministry of Environment, Nature Conservation and Reactor Safety.*
- Thomas, Stephen, Peter Bradford, Antony Froggatt and David Milborrow. 2007. *The Economics of Nuclear Power, Research Report 2007.* Greenpeace.
- Thomas, Steve. 2010. *The Economics of Nuclear Power: An Update.* March. Heinrich Böll Foundation.
- Tolley, George S. and Donald W. Jones. 2004. *The Economic Future of Nuclear Power.* August. The University of Chicago.

ABSTRACT

## The Economy of Nuclear Power : Review of the Issue and Suggestion

Kyungmin Ko\* and Bum-Jin Chung\*\*

The debate on the economy of nuclear power generation has been deepened since the Fukushima nuclear accidents, coupled with the nuclear safety issues. It is related with the question, whether the nuclear power has the comparative advantages with other power sources. This study analyzes the pros and cons arguments regarding the nuclear power generation cost elements and identifies the misunderstood and/or the unresolved issues. Based on the analyses, it attempts to suggest proposals for the constructive and rational settlement.

Key Words : Nuclear energy, Economy, Power cost, Levelized costs of electricity generation, Decommissioning cost

JEL Codes : E60, Q43, Q58

---

\* Research Professor, Jeju National University(main author). kmkolej@korea.com

\*\* Professor, Jeju National University(corresponding author). bjchung@jejunu.ac.kr