

# ‘지속 가능한 에너지 체제’ 관점에서의 천연가스와 원자력 발전의 비교

김 형 준

한수원(주) 원자력환경기술원  
기술정책그룹 선임연구원

## 서론

2002년 8월 남아프리카공화국에서 개최된 ‘지속 가능 발전에 관한 세계 정상 회의(WSSD)’ 이후 지속 가능 발전의 개념은 인류가 지향해야 할 중요한 지표로 자리 잡아가고 있다.

이에 따라 이 회의의 5대 핵심 분야의 하나로 설정된 에너지 문제 역시 지속 가능한 발전이라는 개념과 연계성이 강화되는 추세에 있다.

그러나 현재 인류가 사용하고 있는 에너지 중 지속 가능한 발전의 개념을 충족시키는 에너지는 없으며, 다만 장기적인 관점에서 볼 때 궁극적으로는 지속 가능한 에너지가 개발될 것이라는 믿음하에 기술 개발 등 노력을 하고 있을 뿐이다.

이러한 상황에서 향후 지속 가능한 에너지가 개발되기까지 어떤 에너지를 일종의 가교(Bridge to sustainable energy regime)로 삼을 것인가에 대한 문제에 봉착하게

되면서, 일부에서는 현재 우리나라 주종 전력원인 원자력 발전의 비중을 축소하고 대신 천연 가스의 비중을 높여가야 한다는 주장이 제기되고 있다.

일례로 지난 2004년 10월 시민단체인 ‘참여연대’ 주최로 열린 ‘전력 정책의 미래에 대한 시민 합의 회의’에서 시민 패넬은 원전의 신규 건설 중지와 재생 에너지 및 천연가스 사용의 확대를 권고하는 내용의 보고서를 발표한 바 있다.

이외에 몇몇 학자들도 천연 가스를 지속 가능한 에너지로 가기까지의 과도기적 에너지로 적극 검토해 볼 필요성이 있다고 주장하고 있다 [2, 3, 17].

그러나 이러한 주장들은 구체적이고 객관적인 자료에 근거하고 있다가보다는 원자력은 일단 배제해야 한다는 다분히 주관적이고 감성적인 논리에 바탕을 두고 있다.

예를 들어, 국내 원전의 경우 26년의 운영 기간 동안 인명에 피해를

줄 정도의 중대한 원자력 사건이나 사고가 한 번도 없었고, 1969년부터 1996년까지 30년 동안 중대 사고로 인한 세계의 발전원별 사망자 수를 보더라도 석유 7,505명, 석탄 5,000명, 수력 3,500명, 가스 1,141명, 원자력 30명으로서, 어떤 발전원보다도 원자력이 안전하다는 사실이 입증됐음에도 불구하고 [4] 원전을 가장 위험한 시설로 평가하는가 하면, 심지어는 원전 건설 추진의 배경에는 핵무기 개발 목적이 숨어 있다는 식의 전혀 근거 없는 주장을 하는 경우도 있다 [2, 13, 14].

이에 본고에서는 지속 가능한 에너지 체제의 관점에서 천연 가스와 원자력 발전을 가급적 객관적 자료에 근거하여 비교해 봄으로써 과연 어떤 에너지원이 지속 가능한 에너지 체제의 특성에 근접하고 있는지를 알아보려고 한다.

이를 위해 우선 지속 가능한 발전과 에너지 체제에 대해서 그 기본 개념을 살펴보고자 한다. 이어 지속 가

능한 에너지 체제의 기본 요소인 공급 안정성 및 경제성, 환경성, 사회성의 관점에서 천연 가스와 원자력 발전의 특징을 비교 분석하고, 마지막으로 분석 결과를 종합 정리하고자 한다.

**지속 가능한 발전과 에너지 체제**

**1. 지속 가능한 발전의 개념**

'지속 가능한 발전' (Sustainable Development)이라는 개념은 1972년 스웨덴의 스톡홀름에서 개최된 유엔인간환경회의에서 공식적으로 등장하였다. 이어 1987년 세계인간환경위원회에서 'Our Future'라는 보고서를 발간하여 지속 가능 발전에 대한 개념을 학문적으로 정립하였다.

그 후 1992년 브라질의 리우데자네이루에서 개최된 유엔환경개발회의에서 '환경적으로 건전하고 지속 가능한 발전'이라는 개념으로 좀 더 구체화되었으며, 리우 회의 10주년을 맞아 2002년 8월 남아프리카공화국의 요하네스버그에서 개최된 '지속 가능 발전에 관한 세계정상회의' (WSSD)에서 본격적으로 논의됨으로써 지속 가능 발전의 개념은 인류의 핵심적 과제로 떠오르게 되었다[18].

지속 가능한 발전은 경제성, 환경성, 사회성이라는 세 가지 요소를 내포하는 개념으로 해석되고 있으며, 세 요소간의 연계성과 보완성, 균형성이 중시되는 개념이다[9].

경제적 지속 가능성은 강력하고 지속적인 경제 성장을 의미하는 것이고, 환경적 지속 가능성은 생태계적 및 물리 시스템적 안정성과 건강한 환경 보전을 의미하는 것이며, 사회적 지속 가능성은 사회적 형평성 및 안정성과 이해 당사자들의 민주적인 참여를 의미하는 것이다.

결국 지속 가능한 발전이란 꾸준한 경제 성장을 추구하되, 적절한 환경 보전과 사회적 형평성을 고려하는 개념으로 정의할 수 있다.

**2. 지속 가능한 에너지 체제**

지속 가능 발전에 관한 사항을 국제적으로 관장하기 위해 1993년 유엔의 산하 기구로 설립된 유엔지속 가능발전위원회는 지속 가능한 에너지 체제를 ① 경제적이고 충분한 에너지의 공급성 ② 환경적 건전성 ③ 사회적 형평성 ④ 경제성을 갖춘 에너지 시스템으로 정의하고 있다. 이외에 지속 가능 발전에 관한 세계 정상회의와 국제에너지기구(IEA)도 유사한 개념을 채택하고 있다 [9].

이러한 개념을 고려할 때 지속 가능한 에너지 체제를 구축하기 위한 전략은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 안정적이고 경제성 있는 에너지 공급 체계를 구축하여 경제적 지속 가능성을 달성하고,
- 환경 친화적인 에너지 수급 체계를 구축하여 환경적 지속 가능성을 달성하며,
- 사회적 수용성이 높은 에너지

체제를 구축하여 사회적 지속 가능성을 달성하는 것

따라서 지속 가능한 에너지 체제의 관점에서 천연 가스와 원자력 발전을 비교해 보기 위해서는 에너지의 안정적 및 경제적 공급 측면, 환경적 측면, 그리고 사회적 측면에서의 검토가 필요하다.

**에너지 공급의 안정성 및 경제성 측면에서의 비교**

우리나라는 세계 10위의 에너지 소비 규모를 보이고 있지만 부존 에너지 자원이 전무하여 2003년도의 경우 에너지 수입 의존도가 96.9%에 이르는 등 거의 전량을 수입에 의존하고 있다[6].

2003년도 에너지 수입액은 383.1억 달러로, 총수입액의 21.4%를 차지하고 있다. 이 중 원유 및 석유 제품이 304.2억 달러로 1위를 차지하고 있고, 그 다음으로 천연 가스가 50.8억 달러로 2위를 차지하고 있으며, 유연탄은 22.7억 달러, 원자력은 2.6억 달러, 무연탄은 1.8억 달러를 차지하고 있다.

2004년의 에너지 수입액은 더욱 늘어서 11월까지의 수입액만도 444.2억 달러로, 2003년에 비해 29%가 늘어난 99억 달러가 증가했다.

이러한 에너지 수입 증가액은 TV, 에어컨, 냉장고, 세탁기, VTR 등 주요 가전 제품 수출액인 93억 달러를 웃도는 엄청난 규모이다.

〈표 1〉 세계 천연 가스의 지역별 생산량 및 소비량 분포 (단위 : 1조 m<sup>3</sup>)

지역	부존량		생산량		소비량	
북미	7,310	4.2%	0.77	29.3%	0.76	29.4%
중남미	7,190	4.1%	0.12	4.5%	0.11	4.2%
유럽/유라시아	62,300	35.4%	1.02	39.1%	1.08	41.8%
중동	71,720	40.8%	0.26	9.8%	0.22	8.6%
아프리카	13,780	7.8%	0.14	5.4%	0.07	2.6%
아시아 태평양	13,470	7.7%	0.31	11.9%	0.35	13.3%
합 계	175,780	100%	2.62	100%	2.59	100%

자료 : BP Statistical Review of World Energy(June 2004)를 재구성

에너지 수입량 증가율이 5%에 그쳤음에도 불구하고 에너지 수입액 증가율이 29%나 늘어난 것은 에너지 수입 단가가 크게 올랐기 때문이다.

이러한 에너지 수입액의 증가 추세는 에너지 부존 자원이 없으면서도 지속적인 경제 성장을 추구해야 하는 우리나라의 실정을 고려할 때 앞으로 계속될 수밖에 없을 것이다.

한편 BP 통계에 따르면, 2003년 12월 현재 천연 가스의 확인 매장량은 175조8천억 입방미터로, 2003년도 생산량 수준(2조6,185억 입방미터)을 유지한다고 가정할 경우 앞으로 67년 정도를 사용할 수 있는 수준이다[20].

천연 가스 자원의 세계 지역별 분포를 보면, 중동 40.8%, 러시아(26.7%)를 포함한 유럽 및 유라시아 35.4% 등 지역 편중성이 석유와 비슷하다(〈표 1〉 참조).

이에 비해 북미 지역은 매장량이 전체의 4.2%에 불과하면서도 소비

는 전체의 29.4%를 차지하고 있고, 서유럽 지역과 아시아·태평양 지역도 매장량 비중에 비해 소비 비중이 높다.

반면에 중동의 경우 매장량 비율은 전체의 40.8%에 이르면서도 소비 비율은 8.6%에 불과하다.

이러한 수치는 앞으로 지역 간 천연 가스의 이동이 증가하게 될 것임은 물론, 석유와 같이 중동과 구소련에 대한 의존도가 더욱 심화될 수밖에 없음을 의미하는 것이며, 이는 곧 수급체계상 잠재적 문제점이 내포되어 있다고 하겠다.

이러한 수급 체계상의 문제로 인해 장기적인 관점에서 볼 때 여러 가지 공급 위기가 발생할 가능성이 있으며, 위기가 발생할 경우 그 영향력은 결코 석유보다 적지 않을 것으로 예측하고 있다[10].

예상되는 공급 위기는 석유와 마찬가지로 주요 천연 가스 생산 지역인 중동의 정치적 불안정이다.

생산 국가의 내란이나 외국과의

전쟁으로 인해 천연 가스 생산 기지가 파괴되거나 수송 루트가 봉쇄되어 수송이 불가능한 경우를 들 수 있다.

우리나라의 경우 천연 가스 도입 초기에는 중동이 아닌 동남아 국가로부터 장기 계약에 의해 도입되었기 때문에 석유와는 달리 공급이 안정적이라는 판단이 지배적이었던 것이 사실이다.

그러나 현재 50% 이상을 중동으로부터 도입하고 있고, 나머지를 공급하고 있는 동남아 국가들도 정치적으로 그다지 안정적이지 못하다는 현실을 고려할 때 공급 위기의 잠재성은 크다고 하겠다. 일례로 지난 2001년 정치적 불안으로 인해 인도네시아 아룬의 LNG 수출이 중단되자 국제 사회에서는 석유뿐만 아니라 천연 가스에 대한 공급 안보의 심각성을 인식하기 시작하였다.

전 세계적으로도 최근 천연 가스의 수요 급증과 중동 의존도 심화 전망, 그리고 2001년에 만들어진 가스 수출국포럼(GECF; 석유의 OPEC에 해당)의 정치적 성향에 대한 우려 등으로 천연 가스의 공급 안정성 문제가 심각하게 논의되고 있으며, 이러한 상황을 반영하여 최근 국제 에너지기구(IEA)의 장관급 회의에서도 천연 가스의 공급 안보가 주된 안건으로 다루어지기도 했다[10].

더욱이 국제적 시장이 비교적 잘 형성되어 있어 에너지 위기가 공급 물량의 차단보다는 가격 급등의 상황으로 전개되는 양상을 보이고 있는 석유와는 달리 천연 가스의 경우

국제 교역 시장이 경직되어 있고, 또한 대부분 장기 계약에 따라 도입되면서 대부분의 수송선이 장기 계약에 연계되어 있기 때문에 공급 물량 부족시 여유 물량의 확보는 물론 수송선의 확보가 어려워 공급 그 자체가 어려워지게 될 가능성이 높다.

이러한 외부적 요인에 의한 천연가스의 공급 위기 가능성 외에도 석유 공급 위기나 원자력발전소의 가동 중단이나 건설 지연 등과 같은 사태가 발생해도 천연 가스의 공급에 문제가 발생할 수 있는 가능성이 높은 것으로 보고 있다.

그 예로 2002년도 말에 일본의 동경전력에서 발생한 원자력발전소의 가동 중지로 인해 세계 LNG 시장에서의 LNG 가격과 발전용 중유의 가격이 상승되었고, 이에 따라 우리나라와 일본은 현물 확보에 어려움을 겪은 경험이 있다는 사실을 들 수 있다[10].

천연 가스의 가격이 석유 가격에 연동되어 있다는 사실은 원유 가격이 급등세를 보인 2004년에도 잘 나타났다.

관세청에 따르면, 2004년 11월 까지의 에너지 수입액은 444억 2,200만 달러로 작년 같은 기간 동안의 345억 4,600만 달러에 비해 29%가 늘어난 99억 달러가 증가했다. 원유의 수입 단가가 1~11월 기간 동안 배럴 당 28달러에서 36달러로 26% 상승하면서 석탄 수입 단가는 톤당 55달러로 57%나 상승했고, 천연 가스는 톤당 272달러에서

<표 2> 세계의 우라늄 매장량

(단위 : 천 톤 · 우라늄)

확인 매장량		미확인 매장량		합 계
채광비	매장량	채광비	매장량	
US\$ 40 이하	2,523	-	-	2,523
US\$ 80 이하	3,537	US\$ 80 이하	1,475	5,012
US\$ 130 이하	4,588	US\$ 130 이하	6,691	11,279
-	-	미추정	3,102	3,102
합 계	10,648	합 계	11,268	21,916

자료 : OECD/NEA, IAEA, 2004, Uranium 2003 : Resources, Production and Demand를 재구성

306달러로 12%가 상승했다.

이에 따라 같은 기간 동안의 원유 수입액은 270억 7,800만 달러로 전년도의 같은 기간에 비해 29%가 증가했고, 석탄은 40억 1,000만 달러로 76%, 천연 가스는 69억 6,200만 달러로 25%나 증가했다.

이처럼 천연 가스의 공급 확대가 국가 에너지 안보에 기여하고 있다고 평가받던 과거와는 달리 이제 천연 가스는 세계적으로 높은 수요의 성장세가 지속적으로 확산되면서 에너지 공급 상의 병목으로 작용할 가능성이 점차 증대되고 있는 것이다.

한편 원자력 발전의 연료로 사용되고 있는 우라늄의 경우 우리나라에도 충청도 일대에 광석이 매장되어 있는 것으로 확인되었으나 경제성이 없어 현재는 소요량 전량을 해외에서 수입하고 있다.

경제협력개발기구(OECD/NEA)와 국제원자력기구(IAEA)의 자료에 따르면 세계 우라늄 확인매장량은 채광비가 US\$ 40/KgU 이하인

우라늄의 경우 약 250만 톤, US\$ 80/KgU 이하인 우라늄의 경우 약 350만 톤, 그리고 US\$ 130/KgU 이하인 우라늄의 경우 약 460만 톤으로 추정하고 있다[24].

그리고 세계 연간 소요량은 2003년도의 경우 68,435톤으로 조사되었으며, 2020년도까지의 전망은 저성장 시나리오(발전 설비 기준 15% 증가)인 경우 연간 약 73,000톤, 고성장 시나리오(발전 설비 기준 33% 증가)인 경우 연간 약 86,000톤으로 추정하고 있다[24].

따라서 가채 기간은 채광비가 US\$ 40/KgU 이하인 우라늄의 경우 약 36년, US\$ 80/KgU 이하인 우라늄의 경우 86년, US\$ 130/KgU 이하인 우라늄의 경우 약 152년 정도가 될 것으로 평가된다.

이외에도 지각 속에는 약 2,200만 톤의 우라늄이 인산염과 함께 혼재되어 있고(채광비 : US\$ 60~100/Kg · U 예상), 바닷물 속에도 전 세계의 원자력발전소가 6만년 간

사용할 수 있는 40억톤의 우라늄이 존재(채광비 : US\$ 300/Kg·U 예상)하고 있다는 것을 고려한다면 우라늄 자원의 경우 공급상의 문제는 없을 것으로 보아도 무방하다고 보여진다[7, 24].

더욱이 세계 우라늄 매장량의 분포도 구소련 지역 30.6%, 아시아/오세아니아 지역 23.8%, 북미 지역 17.9%, 아프리카 지역 17.8%, 중남미 지역 6.5%, 유럽 지역 3.5%로 어느 한 지역에 편중되지 않고 골고루 분산되어 있다는 특징도 있다[15].

특히 원자력 발전은 단위당 에너지 밀도가 높아 적은 양의 우라늄으로 대량의 전기가 생산된다. 우라늄-235 1그램이 완전 연소될 때에 생기는 에너지는 석유 9드림 또는 석탄 3톤이 연소될 때의 에너지와 맞먹는다.

그리고 연료를 원자로에 투입하면 1년 이상 교체하지 않고도 운전이 가능하여 연료 비축의 기능도 한다. 또한 수송이 유리하고 비축이 용이하기 때문에 유사시 해외로부터의 연료 공급이 차단되는 경우에도 대비할 수 있는 여유를 확보할 수 있다.

한편 우리나라의 2003년도 전력 원별 정산 단가를 살펴보면 <표 3>에서 보는 바와 같이 원자력이 39.75원/kWh인 반면 가스는 81.52원/kWh를 기록함으로써 경제성 측면에서도 원자력이 가스에 비해 두 배 이상 유리한 것으로 나타났다(2003 전력 시장 운영 통계 자료를 [5]에서 재인용).

<표 3> 발전원별 전력 가격(2003년도 정산 단가 기준)

구분	원자력	유연탄	가스	석유	풍력	태양광
정산 단가 (원/kWh)	39.75	42.16	81.52	75.05	107.66	716.40
원자력 대비	기준	1.06배	2.05배	1.89배	2.7배	18.0배

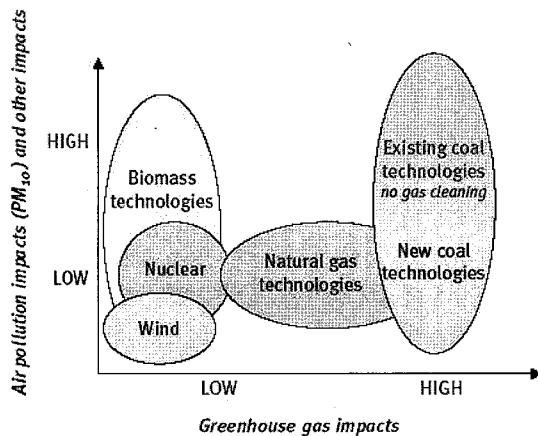
이에 대해 일부 환경 단체에서는 원자력 발전 원가에 포함되는 원전 사후처리충당금의 산정금액이 터무니없이 낮게 책정되어 있어 원전의 경제성을 믿을 수 없다는 주장을 하고 있다.

그러나 가령 1,000MW급 원전의 사후처리충당금액을 현재의 2.6원/kWh(194.1억원/년)에서 환경단체 등에서 주장하는 4.0~5.2원/kWh(296.2~386.4억원/년)으로 대폭 올린다고 하여도 정산 단가는 약 5% 증가하는 것으로 그쳐 천연 가스에 비해 원전이 경제성을 여전히 유지하는 것으로 분석됐다[5].

환경적 측면에서의 비교

지속가능한 에너지 체제의 두 번째 요소는 환경성이다. 즉 인류가 사용하는 에너지는 환경적으로 건전한(Environmentally Sound) 방식으로 공급되고 소비되어야 한다는 것이다[9].

에너지의 사용에 따른 환경 문제는 주로 대기 오염을 통해 발생된다. 따라서 대기 오염이 인체나 생활 환경, 생태계 등에 미치는 영향을 계량적으로 평가할 수 있다면 에너지 사용에 따른 환경적 비용을 추정해 볼



<그림> 발전원별 대기 오염 및 지구 온난화 영향

<표 4> ExternE에서 사용된 외부 비용 계산을 위한 환경 영향 평가 요소

평가 요소	오염 물질/피해 요인	인체 및 환경 영향
치명적 인체 영향	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub>	수명 감소
	NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub>	암 발생
	벤젠	
	벤조피렌	
	부타디엔	
	디젤 입자	소음으로 인한 각종 피해
	소음	사망 사고 위험
질 병	PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub>	호흡기 질환
	PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub>	활동 장애
	PM <sub>10</sub> , CO	심장마비
	벤젠	
	벤조피렌	암 발생
	디젤 입자	
	PM <sub>10</sub>	뇌혈관, 만성 기관지염, 천식 등
	O <sub>3</sub>	천식
	소음	수면 방해, 협심증 등
	사고위험	상해 발생
건물/자재	SO <sub>2</sub> , 산성화	각종 건축 자재의 노화
	연소 입자	건물의 더러워짐
농작물	NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	수확량 감소
	산성화	석회의 추가 필요
지구 온난화	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, N, S	지구 평균 온도의 상승 및 해수면 상승으로 인한 전 지구 적 피해와 영향
쾌적성	소음	소음으로 인한 쾌적한 생활의 곤란
생태계	산화물 및 질소산화물	산성화 및 부영양화

(\* ) PM10 : 직경이 10μm 이하인 미세 입자

수 있고, 이를 통해 어떤 에너지원이 보다 환경적으로 건전한지를 알아볼 수 있다.

대기 오염 물질의 배출에 따른 피해 비용의 추정을 위해서는 오염도에 따른 사회적 피해 또는 손실 비용을 추정할 수 있어야 하고, 또한 어

떤 에너지원이 어떤 오염 물질을 얼마나 배출하는가에 대한 분석도 필요하다.

이와 관련하여 국내외적으로 많은 연구가 행해져 왔지만[19], 가장 대규모로 수행된 연구로는 유럽연합(EU)의 유럽위원회(European

Commission)가 수행한 ‘ExternE (Externalities of Energy)’ 프로젝트라고 할 수 있다[21].

10년에 걸쳐 수행된 이 프로젝트의 방대한 내용이 종합 요약되어 ‘External Costs : Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport’라는 제목으로 지난 2003년도에 발행되기도 했다[22].

환경 영향을 치명적 인체 영향, 질병, 건물/자재, 농작물, 지구 온난화, 쾌적성, 생태계 등 7개의 카테고리 나눈고, 이에 영향을 미치는 각종 오염 물질과 발전원별 발생량을 추정 하였으며, 이를 ‘Impact Pathway Approach’라는 기법을 이용하여 사회적 피해 비용으로 환산한 결과를 도출하였다(<표 4> 참조).

사회적 피해 비용으로 환산하기에 앞서 각 발전원이 환경에 미치는 영향을 전통적인 대기 오염 발생 측면과 지구 온난화 발생 측면으로 나누어 분석해 본 결과, 원자력 발전은 풍력과 함께 전통적 대기 오염이나 지구 온난화 측면 모두에서 대단히 환경 친화적인 발전원으로 평가되었으며, 천연 가스의 경우 전통적 대기 오염 측면에서는 비교적 양호하나 지구 온난화 측면에서는 원자력보다 훨씬 문제가 있는 것으로 평가되었다(<그림> 참조).

한편 유럽연합 15개 국가를 대상으로 한 발전원별 사회적 피해 비용을 계산한 결과에서도 원자력 발전

〈표 5〉 EU 국가들의 발전원별 환경 영향의 화폐 가치

(단위 : 유로 센트/kWh)

국가	석탄	석유	가스	원자력	바이오매스	수력	풍력
오스트리아			1-3		2-3	0.1	
벨기에	4-15		1-2	0.5			
덴마크	4-7		2-3		1		0.1
스페인	5-8		1-2				0.2
핀란드	2-4				1		
프랑스	7-10	8-11	2-4	0.3	1	1	
독일	5-8	3-5	1		0-0.8	1	0.25
아일랜드	6-8						
이탈리아		3-6	2-3			0.3	
네덜란드	3-4		1-2	0.7	0.5		
노르웨이			1-2		0.2	0.2	0-0.25
포르투갈	4-7		1-2		1-2	0.03	
스웨덴	2-4				0.3	0-0.7	
영국	4-7	3-5	1-2	0.25	1		0.15

은 0.2~0.7 유로 센트/kWh인 반면, 천연 가스는 1~4 유로 센트/kWh로 5배 이상 높은 것으로 나타나 환경적 측면에서 볼 때 원자력 발전이 천연 가스에 비해 대단히 유리하다는 사실을 알 수 있다(〈표 5〉 참조).

이러한 연구 결과는 국내에서 수행된 유사한 연구 결과와도 대체로 일치하고 있다(한국가스공사, 1999, 천연가스 전 과정 환경영향평가 : [19]에서 재인용).

지구 온난화와 관련된 온실 가스 배출 측면만을 보더라도 천연 가스는 원자력보다 20배 이상 더 많은 양을 배출하고 있다.

비록 우리나라는 교토의정서가 발효되더라도 곧바로 온실 가스를 감축할 의무를 갖게 되는 것은 아니지만, 2001년도 에너지 부문 이산

화탄소 배출량이 세계 9위이고 1인당 이산화탄소 배출량은 세계 27위에 이를 정도로 우리나라는 에너지 집약형 경제 구조를 갖고 있는 국가이다(IEA, 2004, CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 2003 : [6]에서 재인용).

따라서 OECD 회원국이기도 한 우리나라는 교토의정서에서 정한 제1차 공약 기간 후인 2013년부터는 온실 가스 감축 의무 부담에 대한 압력이 더욱 거세질 것으로 예상된다.

에너지경제연구원의 연구 결과에 따르면, 현재의 산업 구조 변화 추세가 그대로 이어지고 획기적인 온실 가스 감축 노력이 추가로 시행되지 않을 경우 우리나라의 2020년 온실 가스 배출량은 2000년 대비 70%가

늘어날 전망이다[11].

따라서 발전 부문이 배출하는 이산화탄소량이 전체의 약 24%를 차지하고 있고, 앞으로도 계속하여 전력 수요가 증가할 것으로 예상되는 상황을 고려할 때 원자력 발전을 축소하는 대신 천연 가스 발전 비율을 확대하는 것은 온실 가스 감축을 위한 노력 방향에도 배치된다고 볼 수 있다.

#### 사회적 측면에서의 비교

지속가능한 에너지 체제의 세 번째 요소는 사회적 수용성(Social Acceptability)이다.

사회적 수용성이 구체적으로 무엇을 지칭하는지에 대해 확립된 정의는 아직까지 없으며, 각기 상황에 따라 여러 가지로 해석되고 있다. 이는 지속 가능한 발전이라는 상위 개념 자체가 아직까지도 명확히 정의되지 못하고 지속적인 논쟁의 대상이 되고 있다는 사실을 고려하면 여쭙면 당연하다 하겠다.

그러나 대부분의 문헌에서 사회적 수용성을 거론할 때 공통적으로 등장되는 요소가 형평성과 민주성임을 고려할 때 우선은 이 두 가지 관점에서 평가를 하는 것이 보다 타당하다고 하겠다.

형평성은 세대간 형평성과 지역간 형평성으로 다시 구분될 수 있다. 세대간 형평성은 장기적인 환경 영향 부담으로, 지역간 형평성은 지역적 불평등과 사회적 갈등으로 주로

석되고 있다. 그리고 민주성은 주로 의사 결정 과정에의 참여 기회로 해석되고 있다.

관련 문헌의 내용을 종합해 볼 때 이러한 모든 의미를 포함하는 사회적 수용성의 평가 기준으로는 장기적인 환경 영향으로 인한 사회적 비용과 에너지 체제의 지역 분산성 두 가지로 요약될 수 있다[1, 13, 16].

먼저, 장기적인 환경 영향으로는 생태계에 미치는 영향과 지구 온난화 현상을 들 수 있다.

이 두 가지 평가 요소 관점에서의 비교를 위해서는 앞에서 인용된 유럽연합(EU)이 수행한 연구 결과를 참조해 볼 수 있다.

이 연구는 유럽연합의 각 국가들을 대상으로 한 것으로서, 나라마다 어느 정도 편차는 있지만 생태계 영향에 따른 사회적 비용은 천연 가스와 원자력 발전이 유사한 것으로 평가된 반면, 지구 온난화에 따른 사회적 비용은 천연 가스가 원자력 발전에 비해 훨씬 큰 것으로 평가되고 있다[22].

예를 들어, 독일의 경우 생태계에 미치는 장기 영향을 사회적 피해 비용으로 평가한 결과, 천연 가스와 원자력 발전이 각각 0.04 유로 센트/kWh 및 0.05 유로 센트/kWh로서, 원자력발전이 천연 가스에 비해 조금 불리한 것으로 나타났으나, 지구 온난화에 미치는 영향의 경우 천연 가스가 0.73 유로 센트/kWh인 반면 원자력 발전은 0.03 유로 센트/kWh로 나타나 원자력 발전이 훨씬 유리

한 것으로 평가되었다.

한편, 지속 가능한 발전을 위해서는 에너지의 생산 및 소비가 유발하는 편익과 비용이 사회구성원에게 고르게 배분되어야 하고, 투명하고 민주적인 정책 결정 과정을 통해 사회적으로 필요하고 동원 가능한 에너지원의 종류와 활용 방식에 대한 합의를 도출할 수 있어야 하는데, 이는 지역 분산적인 에너지 체제의 수립을 통해 달성할 수 있다고 보고 있다[1, 13, 14].

이와 관련하여 일부 환경 단체에서는 냉난방과 전기를 통합한 종합 에너지 수요의 증대, 에너지 생산에 있어서의 경제성과 효율성, 그리고 입지 선정의 용이성 등을 고려할 때 가스 열병합 발전이 분산형 전원으로 적합하다고 주장하고 있다[8].

가스 열병합 발전이 지역 분산형 전원으로 적합하다는 이러한 주장은 인구 밀집 지역이나 공업 단지 등에 소형 가스 터빈을 활용하여 전기와 열을 동시에 공급할 수 있다는 생각에 따른 것이다.

전기 생산 과정 중에 발생하는 가스 터빈 후단의 고온의 가스를 이용하여 온수를 만들고, 이 온수를 발전소 주변 수요처에 공급한다는 측면에서 볼 때 전기만 생산하는 기존 발전 방식에 비해 효율이 높은 것은 사실이다.

그러나 온수를 필요로 하는 시간과 전기를 필요로 하는 시간이 연중 그리고 하루 중에도 서로 다르기 때문에 필요한 때에 온수를 적기에 공

급하려면 전기가 필요 없는 때에도 발전소를 가동해야 하고, 이 때 생산되는 전기를 어떻게 처리해야 하는가에 대한 문제도 발생한다.

또한 열병합 발전소는 전력 계통 전체를 아우르는 중앙 급전소의 지시를 받는 것이 아니고 자체 필요에 따라 가동하기 때문에 중앙 급전소가 송전 계통망 전체를 제어하는 데에 있어서 제약이 되는 발전소(Constrained Plant)로 작용되며, 따라서 이러한 발전소가 많으면 송전 계통망에서 가장 중요한 주파수와 전력 조류(Current) 관리가 불안정하게 되는 심각한 문제가 발생한다.

이러한 문제점들은 지역 분산형 전원으로서의 가스 열병합 발전이 지역적 형평성 관점에서 유리하다는 일부의 주장과는 달리 개별 사회 구성원의 이익 때문에 사회 전체가 비용을 부담해야 한다는 점에서 오히려 사회 전체적인 형평성 관점에서 문제가 있다고 볼 수도 있다.

전기의 생산과 소비 활동이 지역적으로 분리되어 편익과 비용이 차별적으로 배분되는 경우 역시 지속 가능한 발전 개념에 맞지 않으며, 따라서 이러한 관점에서 대량의 전력 생산을 특징으로 하고 있는 원자력 발전은 문제점이 있다는 주장도 있다[8, 13].

그러나 편익과 비용 간에 형평성이 있어야 한다는 것은 전기 수요지에서 전기를 직접 만들어 소비해야 한다는 의미라기보다는 전기를 생산하고 송전함에 있어 직접적 또는



간접적으로 편익을 제공한 개인이나 지역에 대하여 전기의 최종 소비자가 적정한 보상을 함으로써 양자간의 형평성을 맞춰야 한다는 의미로 봐야 할 것이다.

현재 '발전소 주변 지역 지원에 관한 법률'에 따라 시행되고 있는 발전소 주변 지역 지원 사업이나, 대량의 전력 소비자에 대해 누진 요금을 적용하는 것도 모두 형평성을 맞추기 위한 것이라고 볼 때, 원자력 발전이 수요 지역과 공급 지역 간의 형평성을 잃고 있다는 주장 역시 문제의 핵심을 제대로 파악하지 못한 것이라고 할 수 있다.

### 결론

지속 가능한 발전에 대한 보다 분명한 정의를 내리기 위해 유엔이 특별 구성한 세계환경개발위원회(WCED)는 1987년에 'Our Common Future'라는 연구보고서를 완성하여 유엔에 제출했는데, 이 보고서는 지속 가능한 발전을 "미래 세대의 필요성을 충족시킬 수 있는 가능성을 손상시키지 않고 현재 세대의 필요성을 충족시킬 수 있는 발전"이라고 정의하였다.

이러한 정의는 결론적으로 세계의 각 나라가 자국의 경제 사정과 인구의 크기에 알맞도록 경제 발전을 환경 시스템의 잠재 생산 능력과 조화시키는 것을 의미하는 것으로 해석되고 있다[12].

지속 가능한 발전이라는 과제를

풀어가기 위해서는 지속 가능한 에너지의 체제 구축이 필수적이며, 각국은 이를 위해 자국의 실정에 맞는 정책 수립 등 노력을 기울이고 있다.

에너지의 거의 전량을 해외에서 수입하고 있는 우리나라의 경우, 지속 가능한 에너지 전략의 핵심으로 ① 안정적이며 경제성 있는 에너지 공급 체계를 구축하여 경제적 지속 가능성을 달성하고, ② 환경 친화적인 에너지 공급 체계를 구축하여 환경적 지속 가능성을 달성하며, ③ 사회적 수용성이 높은 에너지 시스템을 구축하여 사회적 지속 가능성을 달성하는 것이라는 연구 결과를 내놓고 있다[9].

이러한 관점에서 볼 때 현재 국내 전력의 40%를 공급하고 있는 원자력 발전의 위상과 역할이 제대로 평가되어야 하며, 현실을 무시한 채 환상이나 감상에 젖어 탁상공론식으로 국가 에너지 문제를 거론하는 위험한 접근 방법은 지양되어야 한다.

일부에서는 지속 가능한 에너지 체제를 수립하기 위한 에너지 정책은 무엇보다 원자력 에너지를 지지할 수 없다는 데서부터 출발해야 한다고 주장하기도 한다[13].

그러나 국가 에너지 계획을 수립하는데 있어 특정 에너지원이 갖고 있는 어떤 단점을 이유로 그 에너지원을 고려 대상에서부터 원천적으로 배제해야 한다는 주장은 너무도 감정적이고 위험한 발상이다.

그들이 주장하는 재생 가능 에너지의 사용 확대, 에너지 효율성의 향

상, 에너지 절약 등은 지속 가능한 에너지 체제를 구축하는 데 있어서 중요한 내용이지는 않지만, 이것만으로는 우리의 사회와 경제가 필요로 하는 에너지를 확보할 수 없다는 커다란 문제점이 있으며, 이는 꾸준한 경제 발전을 추구하는 지속 가능한 발전의 관점에서 봤을 때도 잘못된 것이다.

일부에서는 가스 발전을 확대할 경우 원자력 발전의 공백을 충분히 메울 수 있다고 주장하고 있다[2, 3, 17].

그러나 앞에서 살펴보았듯이 지속 가능한 에너지 체제의 구성 요소인 공급 안정성과 경제성, 환경성, 그리고 사회성의 관점에서 비교해 볼 때 그들의 그러한 주장은 잘못된 것이라는 점을 알 수 있었다.

물론 원자력 발전이 단점이 없는 완벽한 에너지원이라고는 할 수 없다. 그러나 지속 가능한 에너지 체제는 실현 가능성을 바탕으로 하고 있는 개념이라는 사실을 분명히 인식할 필요가 있다.

그렇기 때문에 원자력 발전이 지속 가능한 에너지 체제를 구성하는 세 가지 요소 중 어느 한 측면에서 다소 불리한 것으로 평가된다고 하더라도, 이를 이유로 원자력 대신 천연 가스를 확대해야 한다고 주장하는 것은 잘못된 것이다.

오히려 원자력 발전을 적정 비율로 유지해 나가면서 원자력의 단점으로 지적되는 사항을 보완해 나가는 것이 보다 합리적이고 타당하다

고 하겠다.

더욱이 지속 가능한 에너지 체제를 구성하는 각각의 요소는 그 경계가 명확한 것도 아니고 어느 정도는 서로 맞물려 있으면서 동시에 서로 상충되고 갈등을 겪는 특성을 지니고 있기 때문에 단점으로 지적되는 어느 한 측면만을 강조하면서 특정의 에너지원을 원천 배제하는 방향으로 몰고 가는 식의 감성적 접근을 해서는 곤란하다. ☞



<참고 문헌>

1. 국회환경경제연구회, 2003, 순환경제 사회형성을 위한 사회적 인프라구축에 관한 연구.
2. 김종달 등, 2004, 에너지혁명-21세기 한국의 에너지환경 전략, 매일경제신문사.
3. 김창섭, 2004, "전력정책에 대한 평가", 전력정책의 미래에 대한 시민합의회의 발표자료.
4. 민경란 등, "발전원별 위험도 비교평가를 위한 에너지원별 사고 사례 경향분석, 한국원자력학회 2003 춘계학술발표회 논문집.
5. 백광현, 2004, "바람직한 전력 정책 방향", 전력정책의 미래에 대한 시민합의회의.
6. 산업자원부, 2004, 자원·에너지 주요통계.
7. 산업자원부/한국수력원자력(주), 2004, 원자력발전 백서.
8. 석광훈, 2004, "원전건설정책의 경제·환경적 문제와 정책대안", 전력정책의 미래에 대한 시민합의

현재 국내 전력의 40%를 공급하고 있는 원자력 발전의 위상과 역할이 제대로 평가되어야 하며, 현실을 무시한 채 환상이나 감상에 젖어 탁상공론식으로 국가 에너지 문제를 거론하는 위험한 접근 방법은 지양되어야 한다.

회의 토론회 발표자료.

9. 에너지경제연구원, 2003, 지속가능발전을 위한 에너지부문 전략 연구.
10. 에너지경제연구원, 2003, 21세기 에너지 안보의 재조명 및 강화 방안.
11. 에너지경제연구원, 2003, 기후변화협약에 의한 제2차 국가보고서.
12. 오호성, 2002, 환경경제학, 법문사.
13. 윤순진, 2002, "지속가능한 발전과 21세기 에너지 정책", 한국행정학보 제36권 제3호.
14. 이필렬, 1999, 에너지대안을 찾아서, 창작과 비평사.
15. 일본자원에너지청, 2004, 일본의 에너지-2003.
16. 정인환, 2001, "지역통합적 전력개발계획의 정착을 위한 제언", 에너지절약시민연대 정책토론회 발

표자료.

17. 조영탁, 2004, "에너지체제의 전환문제와 천연가스산업".
18. 지속가능발전위원회 홈페이지 [www.pcsd.go.kr](http://www.pcsd.go.kr).
19. 한국가스공사, 2000, 환경문제를 고려한 천연가스의 경제성 평가 및 보급 활성화 방안 연구.
20. BP, 2004, Statistical Review of World Energy.
21. EC, 1999, ExternE.
22. EC, 2003, External Costs : Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport.
23. IEA, 2004, CO2 Emissions from Fuel Combustion 2003.
24. OECD/NEA, IAEA, 2004, Uranium 2003 : Resources, Production and Demand.