에너지 인프라 안보의 개념틀과 구성요소 분석:
한국에의 적용을 중심으로*

이재승** · 유정민*** · 이흥구****

주제어: 에너지, 인프라, 안보, 한국, 미국, EU

| 국문초록 |

확장된 에너지 안보 개념으로서의 에너지 인프라 안보는 외부적·물리적 공격으로부터의 시설 방어를 넘어서 사이버 공격, 기후변화, 자연재해와 같은 비전통적 위협요인으로부터 에너지 공급체계 전반에 걸친 인프라의 보호를 포함한다. 미국과 EU는 1990년대부터, 특히 9/11 테러사태 이후 에너지를 포함한 핵심 기간시설 안보를 우선적인 정책의제로 관리해 왔다. 한국은 주요 에너지 수입국이자 다소비국으로 에너지 수급 및 기간설비와 관련한 절대적인 경제적 이해관계를 가지고 있으며, 남북한 대립 및 동북아시아의 지정학적 긴장 상황하에서 에너지 인프라 안보는 안전을 넘어선 국가안보 차원에서의 중요성도 지닌다. 본 연구는 에너지 인프라 위협의 주요 요소들을 중심으로 한국 에너지 인프라 취약요인들을 고찰하고 에너지 복원력, 분산화, 지역협력을 반영한 국가 차원의 포괄적 에너지 인프라 안보 전략의 수립을 제안한다.

✣ 『국제관계연구』 제21권 제2호 (2016년 겨울호).
http://dx.doi.org/10.18031/jip.2016.12.21.2.135

* 이 논문은 고려대학교 교내특별연구비 및 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2016년 특화전문대학원 연계 학연협력 지원사업).

** 교신저자. 고려대학교 국제학부 / 그린스쿨대학원 교수.

*** 제1저자. 서울에너지공사 수석연구위원.

**** 제2저자. 고려대학교 그린스쿨 박사과정.

I. 서론

전통적으로 에너지 안보(energy security)는 에너지, 특히 석유와 화석연료의 안정적인 공급을 의미하였다.[1] 특히, 1970년대 오일 쇼크를 겪으면서 석유 공급의 안정성이 개별 국가 및 세계 경제에 미치는 심각한 영향이 인식되면서 국내 에너지 자원의 개발, 에너지 수입의 다각화 및 대체에너지의 개발과 같은 에너지 수급 안정 정책이 에너지 안보의 핵심적 전략으로 채택되었다. 하지만 이러한 공급 중심의 에너지 안보 개념은 에너지와 연관된 기후변화, 에너지 빈곤 문제 등과 같은 여러 환경 및 사회적 문제가 심각해져감에 따라 보다 포괄적인 개념으로 발전해 왔다.

히펠(Hippel)은 지속가능성(sustainability)이 에너지 안보 정책에 밀접하게 연계되어 있음을 강조하고 있으며,[2] 하야시 & 휴즈(Hayashi & Hughes)는 이용가능성(availability), 지불 능력(affordability) 그리고 환경사회적 수용성(acceptability)을 에너지 안보 개념의 세 가지 핵심 요소로 분류하였다.[3] 더 나아가 소바쿨(Sovacool)은 20여 개의 에너지 안보 범주와 200여 개의 구체적인 지표를 에너지 안보 매트릭스로 구분하고 있다.[4] 여기에는 전통적인 에너지 공급의 안정성과 경제성뿐만 아니라 에너지 분산화, 혁신(innovation), 에너지 무역, 거버넌스 등이 포함된다. 이재승은 에너지 안보 위협요인을 유형화하면서 에너지 인프라 안보를 핵심적인 에너지 안보요인으로 포함하였다.[5] 이처럼 에너지 안보의 개념은 전통적인 공급 안정성을 넘어 환경과 안전, 기술혁신 그리고 사회적 형평성을 포함하는 포괄적인 개념으로 새롭게 정의되고 있다.

'에너지 기간시설(Infrastructure: 이하 인프라) 안보'는 이러한 확장된 에너지

---

1) David von Hippel, Tatsujiro Suzuki, James H. Williams, Timothy Savage and Peter Hayes, "Energy Security and Sustainability in Northeast Asia," *Energy Policy*, Vol. 39, Issue 11 (November 2011).

2) Hippel (2011), pp. 6719-6730.

3) Masatusgu Hayashi and Larry Hughes, "The Fukushima Nuclear Accident and Its Effects on Global Energy Security," *Energy Policy*, Vol. 59 (August 2013).

4) Benjamin K. Sovacool, "Evaluating Energy Security in the Asia Pacific: Towards a More Comprehensive Approach," *Energy Policy*, Vol. 39, Issue 11 (November 2011).

5) 이재승, "동아시아 에너지 안보 위협 요인의 유형화,"『국제관계연구』제19권 제1호 (일민국제관계연구원, 2014).

안보 개념의 핵심적 요소로 이해할 수 있다. 이는 국가 경제와 시민의 일상생활의 필수불가결한 핵심 에너지 공급 시설물—발전소(화석, 원자력 및 재생가능 에너지 발전시설), 가스 터미널 및 저장소, 송전탑, 정유시설 등—을 내·외부의 위험요소로부터 안전하게 보호 및 유지하고 충격 혹은 피해로부터 회복할 수 있는 복원력(resilience)의 강화를 의미한다. 집중화된 에너지 인프라에 대한 의존성이 높은 현대 산업사회에서 이러한 에너지 인프라 안보의 중요성은 더욱 커지고 있다. 더구나 전통적인 군사 및 물리적 위협과 더불어 인터넷상에서의 사이버 공격 및 해수면 상승과 가뭄, 홍수와 같은 기상이변과 같은 기후변화의 위험으로 인한 에너지 인프라의 취약성이 더욱 증가하고 있는 상황에서 에너지 인프라 안보의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

이러한 문제의식을 바탕으로 미국과 유럽연합(EU: European Union)을 비롯한 많은 국가 및 기구에서 에너지 인프라 안보 강화를 위한 제도적인 장치를 마련해 왔다. 미국은 9/11 테러 이후 2003년 '대통령 국토 안보 지침 7호(Homeland Security Presidential Directive-7)'를 발표하고, 에너지를 포함한 17개의 핵심 기반시설에 대한 '국가 인프라 보호계획(National Infrastructure Protection Plan)'을 마련하였다. EU는 지난 2006년 유럽 핵심 에너지 인프라 안보 정책의 근간이 되는 유럽 핵심 기간시설 프로그램(European Programme for Critical Infrastructure Protection)을 시작하였으며, 이를 바탕으로 2008년 EU 회원국으로 하여금 핵심 에너지 인프라를 지정하고 이를 보호할 제도적 장치를 마련토록 하는 EU 이사회 지침(Council Directive 2008/114/EC)을 채택하였다.[6] 이에 비해 한국의 에너지 인프라 안보는 아직 종합적인 전략보다는 개별 인프라에 대한 기술적 안전규제를 중심으로 이루어지고 있는 상황이다. 실제로 에너지 인프라 안보 또는 핵심 기간시설 안보 등은 새로운 에너지 안보 개념으로 등장했고, 아직 국내에서 충분히 선행연구가 진행되지 않았다. 에너지 인프라에 대한 위험요소를 체계적으로 평가하고 이에 대응할 정부 부서 간, 또는 정부와 민간의 협력적 파트너십이 부재한 상태에서 에너지 인프라 안보 위험에

6) European Commission, "Commission Staff Working Document on a New Approach to the European Programme for Critical Infrastructure Protection Making European Critical Infrastructure More Secure" (August 2013), https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20130828_epcip_commission_staff_working_document.pdf (검색일: 2016년 10월 18일).

대한 효과적인 대응 체계의 마련은 시급한 과제가 되고 있다.

본 연구는 한국의 핵심 에너지 인프라 안보에 대한 위험요소를 분석하고 이에 대한 새로운 에너지 안보 강화의 차원에서 포괄적인 대응 과제를 도출하는 것을 목적으로 한다. II절에서는 에너지 인프라 안보의 개념설정과 범위, 그리고 에너지 인프라의 위협요소들을 분석한다. 이러한 구성요소들은 개별 에너지 인프라에 대한 정밀한 취약성 및 위험 분석보다는 국가 에너지 안보 차원에서 각 분야별 시설 일반에 대한 잠재적 위험을 유형화하는 데 초점을 둔다. III절에서는 한국의 에너지 인프라 현황과 더불어 국내 에너지 인프라 안보의 핵심 위협요인을 고찰한다. IV절에서는 미국과 EU의 에너지 인프라 안보 체계를 위한 법·제도를 비교 분석하고, 이로부터의 시사점을 도출한다. V절에서는 포괄적 에너지 인프라 안보 전략 형성을 위한 필요 요소들을 논의한다. 여기에는 복원력 강화 전략, 에너지 전환 등과 더불어 지역협력 차원에서의 에너지 인프라 안보에 대한 논의가 포함된다. VI절 결론에서는 한국의 안보 특수성에 비추어 통합적 에너지 인프라 안보 전략의 구축이 가지는 시급성을 강조한다.

II. 에너지 인프라 안보의 개념 정의

1. 에너지 인프라 안보 개념의 구성요소

에너지 안보에 대한 많은 정책 및 학술적 논의에도 불구하고 이에 대한 공통적이고 명확한 범위와 정의를 내리기는 어렵다.[7] 전통적으로 에너지 안보는 국가안보 측면에서 에너지, 특히 석유의 중요성과 역할을 강조하는 개념으로 인식되어 왔으나 최근의 에너지 안보 논의는 환경, 비즈니스, 에너지 빈곤, 거버

7) Christian Winzer, “Conceptualizing Energy Security,” *Energy Policy,* Vol. 46 (July 2012); Lynne Chester, “Conceptualizing Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature,” *Energy Policy*, Vol. 38, Issue 2 (February 2010).

넌스 등 다양한 영역을 포괄하고 있다. 이러한 최근 에너지 안보 논의의 일례로 쳐프 & 쥬웰(Cherp & Jewell)이 제시하는 에너지의 이용가능성(availability), 접근가능성(accessibility), 지불능력(affordability), 그리고 수용성(acceptability)을 포함한 Four As로서의 에너지 안보 개념을 들 수 있다. 이들은 에너지 안보의 개념 정의가 점차 '파악하기 어렵고(slippery)' '다차원적인(multi-dimensional)' 개념으로 발전하고 있음을 지적하며, 현재 널리 받아들여지는 폭넓은 에너지 안보의 개념이 '안보'의 핵심적 질문인 1) 누구를 위한 안보인가, 2) 어떤 가치를 보호할 것인가? 3) 어떤 위협이 존재하는가? 등과 같은 본질적인 문제에 대한 적절한 해답을 제공하지 못하고 있다고 주장한다.[8)]

전통적인 에너지 안보 담론에서는 에너지 안보의 '지시대상(referent object)'이 석유를 수입하는 국가였던 반면에, "Four As"로서의 에너지 안보 개념은 에너지 소비 국가뿐만 아니라 생산국가, 지역, 에너지 회사, 그리고 소비자 등으로 다양한 대상을 포함하고 있다.[9)] 어떤 가치를 보존해야 할 것인가 하는 문제 역시 대단히 포괄적이다. 전통적 에너지 안보 논의에서는 국가의 주권이나 영토, 혹은 특정 에너지 시스템이 에너지 안보 정책에서 우선시되는 주요 가치인 반면에 확대된 에너지 안보 개념에서는 전통적인 가치에 더해 경제적 복지, 사회적 안정성, 그리고 환경적 지속가능성이 주요한 가치로 여겨진다. 마지막으로 어떤 위험으로부터 보호해야 하는가 하는 문제에 대해서 전통적 에너지 안보 논의는 공급의 교란(disruption)이 가장 큰 관심이었던 반면, 확장된 에너지 안보 개념은 이에 대해서는 명확한 정의를 제시하고 있지 않으며 시스템이 직면하고 있는 위험, 취약성, 그리고 복원력에 대해서 충분한 논의를 담아내지 못했다.

이러한 차원에서 쳐프 & 쥬웰은 '핵심 에너지 시스템의 낮은 취약성(low vulnerability of vital energy system)'이라는 개념을 통해 에너지 안보의 개념을 재규정하고 있다.[10)] 취약성 중심의 에너지 안보 접근방법이 전통적 혹은 확장

8) Aleh Cherp and Jessica Jewell, "The Concept of Energy Security: Beyond the Four As," *Energy Policy*, Vol. 75 (December 2014), pp. 415-421.

9) 특히, 지불 능력에 관해서는 보다 뚜렷한 차이를 볼 수 있는데, 기업의 경우에는 얼마나 투자 수익성이 있는가가 중요한 에너지 안보 문제인 반면, 소비자는 낮은 에너지 요금, 그리고 국가는 에너지의 수출과 수입의 수지 균형이 중요한 에너지 안보 문제가 될 수 있다.

10) Cherp and Jewell (2014), pp. 415-421.

〈표 1〉 "안보" 개념에 비추어 본 에너지 안보 이론의 비교

안보에 관한 핵심 질문	전통적 에너지 안보	"Four As"로서의 에너지 안보 개념
누구를 위한 에너지 안보인가?	석유 수입 국가	• (이용가능성) 에너지 생산 및 수입 국가, 지역, 에너지 회사, 소비자 등 • (지불능력) 투자 수익성, 에너지 요금의 낮은 수준, 정부의 에너지 수출/소비 균형 • (수용성) 지역 주민, 환경 NGO, 산업 및 국가의 환경 영향
어떤 가치를 보호해야 하나?	국가 주권, 영토, 혹은 특정 에너지 시스템	• 지정학적 가치 + 경제적 복지, 사회적 안정성
어떤 위험으로부터 보호해야 하나?	시스템 교란과 그 원인	• 명확히 지정하지 않음 • 시스템의 취약성, 복원력이 고려되지 않음

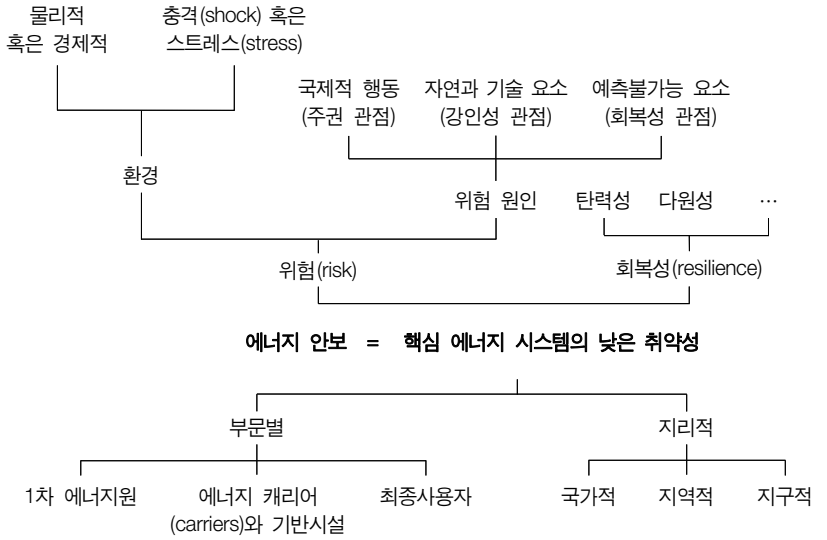
출처: Cherp & Jewell (2014)

된 에너지 안보 개념과의 가장 중요한 차이점은 에너지 안보와 밀접하게 연관된 에너지 기간시설의 취약성과 위험에 대한 구체적인 평가가 가능해지고, 이를 통해 각 부문 및 지역의 사회경제적 맥락에 맞는 구체적인 기술 및 정책 방안을 제시하는 데 용이할 수 있다는 장점이 있다. 또한 이러한 관점은 물리적 에너지 시스템과 그 취약성이 객관적인 현상이 아니라 정치적·사회적으로 구성되는 실체로 보는 구조주의적 관점에 바탕을 두고 있다는 특징을 가지고 있는데, 이에 따라 기존 시스템(status quo)의 지속보다는 취약성의 근본적 원인에 대한 학습(learning)을 통해 현 시스템의 위험을 줄이고 회복성을 강화하는 에너지 시스템 전환을 고려할 수 있다는 점에서 중요성을 갖는다.

에너지 인프라 안보의 핵심적 요체는 에너지 인프라가 가지고 있는 위험(risk)의 정도를 파악하고 이를 바탕으로 효과적인 위험 저감 방안을 마련하는 것이다. 즉, 위험을 줄이는 한편 회복성을 강화하여 에너지 시스템의 취약성을 감소하는 것이 에너지 안보의 핵심인 것이다.[11] 쳐프와 쥬웰은 이러한 개념을

11) 위험, 취약성, 회복성 등의 개념은 위험관리(risk management) 이론에서 매우 중요한 개념이다. 일반적으로 위험관리 이론에서는 위험을 관심 대상의 위해(hazard)에 대한 노출과 취약성으로 설명한다. 렌(Renn)은 이들 개념을 다음과 같이 설명하고 있다. 우선, 위해와 위험을 구별할 필요가 있는데, 위해는 인과관계를 밝히는 것(identification)인 데 반해 위험은 그러한 인과관계의

〈그림 1〉 취약성 저감을 통한 에너지 안보의 개념



출처: Cherp & Jewell (2014)

<그림 1>을 통해 도식적으로 보여주고 있다.

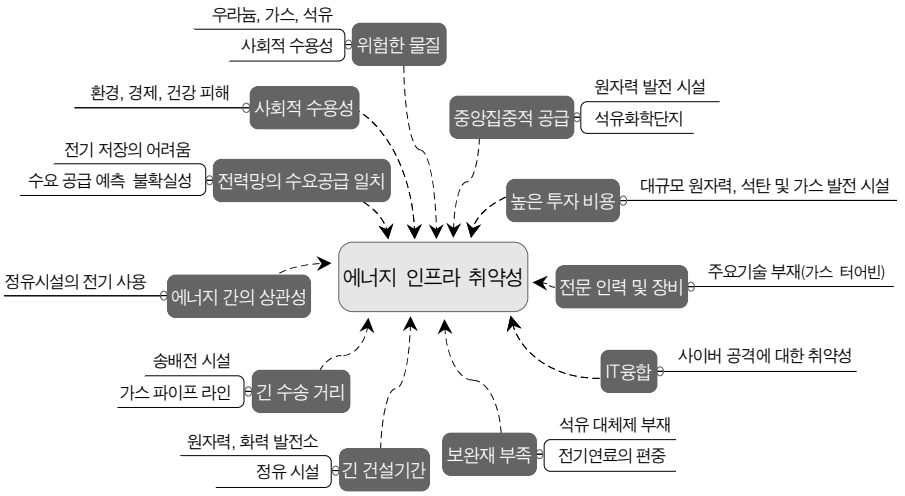
나아가 로빈스 & 로빈스(Lovins & Lovins)는 미국 사례를 중심으로 에너지 인프라의 취약성을 종합적으로 분석함으로써 전통적 에너지 안보이론에 대한 대안적 접근을 이미 오래전에 제시한 바 있다. <그림 2>는 로빈스 & 로빈스의 모델을 바탕으로 에너지 인프라 취약성을 요약한다.[12]

본 연구는 이러한 처프와 쥬웰의 개념틀과 로빈스와 로빈스의 논의를 토대로 에너지 인프라 시스템의 위험과 취약성을 살펴보고 복원력을 향상하기 위한

정도를 추정(estimation)하는 것과 관계된다. 즉, 바람직하지 않은 결과와 그 원인의 존재여부를 밝히는 것이 위해의 개념이고 그들 간의 강도 및 빈도를 추정하는 것이 위험의 개념인 것이다. 때문에 위험 분석에는 불확실성이 내재되어 있다고 볼 수 있고, 이러한 불확실성을 다루는 문제는 위험관리 학문 분야에서 중요한 의제로 논의되고 있다. 노출은 개인, 생태 시스템, 건물 등과 같은 관심 대상이 위해 인자에 접촉하는 것을 일컫는다. 취약성의 개념은 연구 영역에 따라 다른 해석이 존재하는데, 렌의 정의에 따르면, 관심 대상이 노출로 인해 해(harm) 혹은 충격(damage)을 경험하는 정도를 일컫는다. Ortwin Renn, *Risk Governance: Coping with Uncertainties in a Complex World* (London: Earthscan, 2008).

12) Amory Lovins and Hunter Lovins, *Brittle Power: Energy Strategy for National Strategy* (Andover: Brick House Publishing Co., Inc., 1982).

〈그림 2〉 에너지 인프라 취약성 유형



출처: Lovins & Lovins (1982)를 수정하여 재작성함

정책적 방향성을 제안하고자 한다.

2. 에너지 인프라의 위험요소

1) 물리적 공격

물리적 공격은 에너지 인프라 안보에 있어 가장 직접적인 위협요소가 된다. 현대 사회에서 에너지가 갖는 중요성 때문에 중앙집중적인 에너지 시설은 많은 군사적 분쟁 상황에서 물리적 공격의 대상이 되어왔고, 특히 안보적 긴장상태에 있는 경우에는 가장 직접적인 위협요소로 작용한다. 파렐(Farrell et al.)은 다양한 공격들로부터 핵심 기간시설들이 공격받는 상황에 대비한 핵심 인프라 보호(CIP: Critical Infrastructure Protection)[13]를 강조하며, 환경적 위험이 있으나 집중적인 형태로 인프라 차원의 안보 위험을 낮추는 원자력 부문과 생산, 수송,

13) Alexander E. Farrell, Hisham Zerriffi and Hadi Dowlatabadi, "Energy Infrastructure and Security," *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 29 (November 2004).

정유 과정에서 분산되어 있는 석유 및 가스 부문의 취약성을 비교한다. 특히, 2001년 9/11 테러 이후 유럽과 미국에서는 에너지 인프라 안보가 중요한 정책 의제로 등장하게 되었다. 한국은 이제까지는 에너지 기간시설에 대한 직접적인 물리적 공격 및 테러의 위협이 나타나지는 않았으나, 남북한의 군사적 대립 및 동북아의 정치적 긴장관계 여부에 따라 실제적인 위협으로 발전될 가능성을 배제할 수 없다. 특히 가스, 전력망, 원전에 대한 공격은 물리적 에너지 인프라 안보에 대한 위협요인을 상존시키고 있다.

2) 사이버 공격

사이버 공격은 에너지 인프라에 대한 새로운 위협요인이 되어 왔다. 에너지 시설이 정보통신기술을 이용하여 점차 자동화, 지능화되어감에 따라 사이버 안보의 중요성은 더욱 커지고 있다. 지난 2012년 사우디 국영석유회사인 아람코(Saudi Aramco)의 컴퓨터 시스템에 바이러스가 침입하여 3만 대 이상의 컴퓨터의 데이터가 날아가 버린 사건이 발생하였다. 만약 이러한 사이버 공격이 국제 시장으로의 원유 수송에 교란을 초래했다면, 세계 원유 시장의 10%가 수급 차질이 생길 수 있었다고 한다.[14] 특히, 미국 스리마일섬(Three Miles Island) 원전 사고에서 보듯이 어느 한 부분의 오작동이 연쇄적인 제어오류와 시스템적인 사고로 이어질 수 있기 때문에 사이버 공격의 대상이 되는 경우가 증가하고 있다. 최근 국제원자력기구(IAEA: International Atomic Energy Agency)의 유키야 아마노 총장은 최근 2~3년 동안 원자력발전소에 대한 사이버 공격으로 인해 발전소의 장애(disruption)가 발생했다고 인정하였으며,[15] 한국에서도 지난 2014년 원자력 발전소에 대한 사이버 공격이 발생하였고, 또한 원전의 도면이 유출되는 사고가 발생하기도 하였다. 최근 국회를 통해 발표된 자료에 따르면 2014년 이후 원전에 대한 해킹 시도가 계속되고 있는데, 이에 대한 적절한

14) Daniel Yergin, "Energy Security and Markets," in Jan H. Kalicki and David L. Goldwyn (eds.), *Energy Security: Strategies for a World in Transition* (Washington, D.C.: Woodrow Wilson Center Press, 2013).

15) Andrea Shalal, "IAEA Chief: Nuclear Power Plant was Disrupted by Cyber Attack," *Reuters*, October 10, 2016, http://www.reuters.com/article/us-nuclear-cyber-idUSKCN12A1OC (검색일: 2016년 10월 14일).

대응 체계와 인력 보강은 매우 부족한 상황이다.[16]

3) 기후 변화 및 자연재해

지난 200여 년간 인위적 온실가스 배출의 급속한 증가로 인해 세계적으로 기후변화의 징후가 명확하게 드러나고 있다. 더욱이 이산화탄소 배출을 당장 멈춘다고 해도 수세기 동안 기후변화의 위험은 계속될 것으로 전망되고 있다.[17] 이러한 기후변화의 영향은 에너지 인프라 안보에 향후 커다란 영향을 미칠 것으로 예상되고 있다. 특히, 기후변화로 인한 극한 기후 현상이 발생하면서 핵심 에너지 인프라 안보에 커다란 위협이 되고 있다. 지난 2003년 7월부터 8월까지 평년의 20~30% 높은 열파(heat wave)로 인해 유럽 전역에 30,000여 명의 사상자가 발생하는 기상 이변이 있었다. 가장 많은 사상자가 발생하였던 프랑스에서는 원자력 발전소의 냉각수를 공급해주는 강물의 수위가 너무 낮아 원전을 중지하는 사태가 벌어지기도 하였다.[18]

한국도 기후변화의 위험이 에너지 인프라에 커다란 영향을 미칠 것으로 보인다. RCP 4.5 시나리오에 따르면 한반도 주변 해수면 상승폭이 21세기 후반(2071~2100년)에는 남해안과 서해안에서 53cm, 동해안에서 74cm 상승할 것으로 전망된다. 또한 온실가스 배출이 계속적으로 증가하는 RCP 8.5 시나리오 하에서는 남해안과 서해안이 65cm, 동해안이 99cm 상승할 것으로 전망된다.[19]

---

16) 2014년 110건, 2015년 112건, 2016년 7월 말 기준 78건의 원전 인터넷 해킹 시도가 있었다. 이에 반해, 한국의 사이버 보안 예산과 전담 인력은 미국, 프랑스, 영국, 일본 등에 비해 훨씬 낮은 수준인 것으로 알려진다. 예를 들어 미국, 프랑스, 영국, 일본의 경우 사이버안보 예산이 각각 7,900억 원, 260억 원, 90억 원, 5,800억 원인 데 반해 한국은 약 25억 원에 불과하며 일인당 담당시설 역시 다른 국가의 0.6~1.7기에 비해 2.6기로 상당히 적은 수준이다. 『디지털데일리』, 2016년 9월 21일.

17) Sovacool (2011), pp. 7472-7479; IPCC, "Summary for Policymakers," in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2013).

18) UNEP, "Impacts of Summer 2003 Heat Wave in Europe," http://www.unisdr.org/files/1145_ewheatwave.en.pdf (검색일: 2016년 10월 11일).

19) IPCC는 5차 평가보고서에서 RCP(Representative Concentration Pathways) 전망을 이용하여 대기 중 온실가스 농도를 추정하였다. RCP 4.5는 온실가스 저감 정책의 실현에 따라 점진적으로 안정화되는 시나리오이며, RCP 8.4 시나리오는 현재의 배출 추세에 큰 변화가 없이 지속적으로 상승하는 시나리오이다. 기상청, 『한반도 기후전망 보고서』 (서울: 기상청, 2012).

한국의 핵심 에너지 인프라에 해당하는 석유정제시설, 가스 생산기지, 대규모 발전소가 해안가에 위치하고 있음에 따라 앞으로 이들 시설이 해수면 상승의 영향을 상당히 받게 될 것으로 전망된다. 또한 점진적인 해수면 상승뿐만 아니라 태풍, 홍수, 파도의 세기와 빈도가 커짐에 따라 해안가 부근의 에너지 인프라는 극한 기후 현상의 위험에 보다 크게 영향을 받을 수 있다. 실제로 2014년 기록적인 폭우로 고리 2호기의 전원공급이 중단되어 원자로를 수동으로 정지하는 사고가 발생하였으며 이는 자칫 대형 원전 사고로 이어질 수 있었던 상황이기도 하였다.

기후변화로 인한 해수면 상승과 극한 기상 현상의 위험뿐만 아니라 해일이나 지진 등과 같은 자연재해 역시 에너지 인프라에 커다란 위험이 되고 있다. 실제로 2011년 일본 후쿠시마 원전 사고는 해저 지진에 의한 해일로 인해 원자로의 냉각 펌프를 마비시키면서 발생하였다. 한국은 일반적으로 지진의 안전지대로 알려져 왔으나 2016년 9월 경주에서 한국 지진 관측 역사상 가장 큰 규모 5.8 지진이 발생하면서, 이 지역의 활성단층 존재여부와 원자력 발전소 내진 설계 점검과 강화의 필요성이 크게 제기되고 있다. 특히, 활성단층 여부의 논란이 진행되고 있는 경북 경주 일대는 월성 원전, 고리 원전, 경주 방사성폐기물처리시설 등이 밀집하고 있는 곳이라 이에 대한 면밀한 검토와 적절한 대응 방안의 필요성이 시급히 대두되고 있다.

III. 한국 에너지 인프라의 주요 위협요인

1. 국내 핵심 에너지 인프라 현황

1) 전력 설비

전기는 일상생활과 경제활동에 필수불가결한 에너지원으로 이용되고 있으며 일시적이라 할지라도 전기에너지의 공급 중단은 커다란 사회경제적 피해를 낳을 수 있다. 전기의 활용도가 증가함에 따라 이의 단절 및 교란에 따른 에너지

안보적 위험 역시 커지고 있다. 전력 설비는 다른 에너지원과는 달리 독특한 물리적 특징을 가지고 있다. 전기는 상업적 규모의 대규모 저장이 어렵기 때문에 수요와 공급이 항상 일치해야 하는 특성을 가지고 있다. 또한 전력망의 전압과 주파수는 항상 일정하게 유지되어야 하고, 시스템 일부의 문제가 연쇄적인 설비 결함(failure)으로 이어져 시스템 전체의 붕괴로 이어질 수 있다는 특성을 갖고 있다. 지난 2003년 미 북동부 정전 사태는 송전 설비의 이상으로 발전시설이 연쇄적으로 셧다운(shut down)되는 사태로 인해 벌어졌다. 또한 스마트 그리드와 같이 분산 발전 및 정교한 송·배전이 요구되는 시스템의 교란 요인 역시 증가하고 있으며, 문제가 발생할 경우 그 피해 규모도 과거에 비해 매우 클 것으로 예상된다.

전력 설비는 크게 발전, 송전, 배전으로 나눌 수 있는데, 한국의 경우 지난 1990년 대 말 전력산업자유화 정책으로 전력 부문이 한전의 독점체제에서 분리되어 발전 자회사로 운영되고 있는 상황이다. 2016년 4월 기준 한국의 총 발전설비는 98.9GW이며 이 중 원자력(21.7GW), 석탄(27.5GW), LNG(32.6GW)가 전체 설비용량의 83%를 차지하고 있다.[20] 최초의 원자력 발전소인 고리 1호기의 용량은 587MW 정도였으나 곧 준공예정인 신고리 3호기부터는 1기의 용량이 1.4GW에 달하고 있다. 현재 원전은 고리, 영광, 울진, 월성 4개 지역에 총 24기가 건설되어 있으며 속초와 영덕이 신규 원전 부지로 예정 고시되어 있는 상황이다. 이들 지역은 모두 전기의 최대 소비지인 수도권과 먼 서해 및 동해안 주변에 건설되어 있어 장거리 고압 송배전망을 통해 전력을 배전하고 있다. 한국발전량의 약 38%를 차지하고 있는 석탄 발전은(2015년 기준)[21] 작게는 수 MW급에서 최근에는 1GW급의 발전소가 건설되고 있다. 석탄 발전 역시 주로 해안가에 건설되어 있으며, 특히 충남 보령, 태안, 당진, 서천에 전체 석탄 발전소의 절반에 가까운 12.4GW가 건설되어 있으며, 현재 건설예정인 7,140MW가 2019년까지 추가로 건설되면 그 비중은 더욱 높아질 것으로 전망된다.[22] 가스

20) 전력통계정보시스템(KPX), "발전설비통계," http://epsis.kpx.or.kr/epsis/epsisMain.do (검색일: 2016년 10월 18일).

21) 전력통계정보시스템(KPX), "발전실적," http://epsis.kpx.or.kr/epsis/ekgeStaticMain.do;jsessionid=PJ7LYBMB2p2HTh4vHkVWQGGMgCvDVmHQTQJhyNWklJJ8vh1QFPtn!241999982?cmd=003001&flag=&loc ale=KR (검색일: 2016년 10월 18일).

발전설비는 화석이나 원자력에 비해 작은 규모이며 주로 복합화력발전 혹은 LNG 기력 발전으로 이용되고 있다. 발전단가가 비싼 대신 기동이 용이한 이점으로 인해 첨두부하용으로 이용되고 있으나 최근 기저발전기가 크게 늘면서 가스발전의 가동률이 크게 줄어든 상태이다.

발전기에서 생산된 전기는 변전소에서 높은 전압으로 승압되어 최종 수용자에게 운송하게 된다. 따라서 발전설비뿐만 아니라 송배전망, 변전설비 그리고 송전탑은 전력 시스템의 안정적인 운영에 대단히 중요한 기간설비라고 볼 수 있다. 한국은 주로 154kV를 이용하는 송전로를 운영해왔지만 최근 들어 345kV와 765kV와 같은 고압 송전로 이용이 크게 늘고 있다. 2015년 기준 총 회선길이는 33,316km이고 이 중 154kV가 22,524km, 345kV가 9,403km, 765kV 선이 1,014km 설치되어 있다. 변전소 시설은 약 822개이며 철탑은 약 41,000개가 설치되어 있다.

2) 가스 설비

가스는 가정과 상업 건물의 난방 및 취사용 에너지 공급에서부터, CNG 수송용 연료와 발전용 연료에 이르기까지 최근 수요가 빠르게 증가해온 에너지원이다. 한국은 가스 생산지와 파이프 라인의 연계가 없기 때문에 중동(카타르, 오만)과 동남아시아(말레이시아, 인도네시아) 지역에서 전량 LNG의 형태로 해상운송을 통해 수입된다. 2014년 기준으로 전체 371억 톤의 LNG 수입량 중 약 49%인 181.8억 톤이 도시가스의 형태로 건물과 수송용에 사용되었고, 43%가량인 158.8억 톤이 발전에 사용되었다.[23] 국내 가스 공급은 한국가스공사에서 독점적으로 천연가스를 수입하여 국내에 판매하는 구조였으나 2005년 포스코의 광양 LNG 터미널 준공 이후 민간 발전사의 직도입 계획이 진행되고 있는 상황이다.[24]

생산기지에 하역된 LNG는 저장 탱크에 보관되었다가 다시 기화(regasifica-

22) 충남연구원, "충남 석탄화력발전 현황," http://www.cni.re.kr/board/view.asp?id=infographics&code=040700&idx=6307&page=1 (검색일: 2016년 10월 18일).

23) 에너지경제연구원, 『2015 에너지통계연보』 (울산: 에너지경제연구원, 2015).

24) SK E&S와 GS에너지가 보령액화천연가스 터미널을 건설 중이며, 전남 여수에도 LNG 터미널이 추진 중이다. 『전자신문』, 2016년 8월 3일; 『이투뉴스』, 2016년 10월 13일.

tion)하여 배관망을 통해 발전소와 도시가스회사에 공급된다. 한국가스공사는 평택, 인천, 통영, 삼척 생산기지를 보유하고 있으며, 여기에는 부두설비를 비롯해 가스 탱크, 송출설비, 기화설비, 재액화설비 등 가스의 하역, 저장, 기화, 공급하기 위한 핵심 설비들이 집중되어 있다. 기화된 천연가스는 지역본부로 공급되고 정압기지를 거쳐서 발전소와 일반 도시가스 사용자에게 공급된다. 한국도시가스공사가 관리하는 천연가스 배관망은 총 4,520km이며, 중앙통제실에서 배관망에 대한 총괄감시를 수행하고 지역 통제소에서 계통을 감시하고 통제하고 있다.[25]

3) 석유 산업 설비

석유산업은 원유정제를 통해 LPG, 가솔린, 나프타(naphtha), 등유, 경유, 벙커C유 등을 생산하는 산업이다. 이 과정에서 생산되는 석유제품은 수송, 난방, 발전 및 석유화학제품 생산에 이르기까지 다양한 연료와 원료로 사용된다. 특히, 수송 부문은 거의 대부분의 연료를 석유제품으로 사용하고 있다. 이러한 커다란 산업적 파급효과 때문에 석유산업은 한국의 산업화 심화과정에서 매우 중요한 역할을 하였고, 지금도 한국의 핵심 수출 산업이기도 하다. 한국의 석유정제 능력은 2015년 기준 1일 311만 배럴로써 미국, 중국, 러시아, 인도, 일본에 이어 세계 6위이다.[26] 특히, 석유 정제 과정에서 생산되는 납사를 이용하여 에틸린, 프로필렌, 부타디엔 및 BTX와 같은 기초유분의 원료가 되어 합성수지, 합성섬유 및 합송고무 등을 생산하는데, 에틸렌의 생산 능력도 세계 4위에 있다.[27] 대규모 기간시설인 석유산업은 울산, 여수, 그리고 대산 석유화학단지와 같은 대규모 국가산업단지 내에서 정제와 석유화학 공정이 함께 이루어지고 있다.

---

25) 한국가스공사, "생산공급," http://www.kogas.or.kr/ (검색일: 2016년 10월 18일).

26) BP, "BP Statistical Review of World Energy," http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html (검색일: 2016년 10월 18일).

27) 김평중, 『전남 석유화학산업의 환경변화와 대응전략』 (서울: 한국은행, 2016).

2. 국내 핵심 에너지 인프라의 취약요소 분석

본 절에서는 앞서 논의한 로빈스 & 로빈스의 분석틀을 이용해서 국내 핵심 에너지 인프라의 위해요인과 취약요소를 고찰한다.

1) 전력망의 수요 공급의 불일치

전력 공급에 있어서 수요와 공급의 불일치, 특히 전력 부족 사태는 전통적 및 비전통적 차원 모두에서 에너지 안보의 위험요인이 된다. 2011년 한국의 정전사태는 가을철 발전설비의 정비와 갑작스런 수요 증가의 발생으로 인하여 발생하였다. 공급 및 수요상의 특성으로 인해 전력은 발전에서부터 송전 및 배전 그리고 최종 수요까지의 과정에 중앙집중적 조정(coordination)과 관리가 필요한 산업이 되어왔다. 그러나 단순한 경제적 차원에서의 수요와 공급의 불일치를 넘어서, 외부적 충격, 사고 또는 시스템의 오류로 인해 전력망 자체에 위해가 가해질 경우 그 정도에 따라 일시적 또는 중장기적인 전력 공급 불안 사태가 촉발되고, 이는 산업, 가정 부문뿐만 아니라 국방 및 안보 차원에서도 문제를 야기시킬 수 있다.

2) 위험 물질

현재 한국 에너지원의 대부분을 차지하는 화석연료와 원자력은 석유 정제, 가스 보관 및 이송, 우라늄을 이용한 핵분열 과정에서 커다란 위험을 내포하고 있다. 에너지 밀도가 높은 석유와 가스의 저장 시설은 폭발과 누출의 위험이 있으며 원자력 발전은 우라늄의 핵연쇄 반응(chain reaction) 과정에서 발생하는 방사성 물질이 커다란 환경 및 건강위험을 야기하고 있다. 지난 체르노빌과 일본 후쿠시마 사고에서 보여지듯이 원전 사고는 돌이키기 힘든 경제적·환경적 피해를 낳을 수 있으며, 설사 원자로의 사고가 발생하지 않는다 해도 발전 및 핵폐기물 처리과정에서의 방사성 물질 누출 위험도 존재한다. 실제로 지난 2014년 법원은 한국수력원자력이 고리 주변 주민의 암 발생에 책임이 있다는 판결을 내리기도 하였는데, 이는 국내에서 원자력 발전소의 건강 위험 책임을 인정한 첫 사례가 되었다.

3) 중앙집중적 공급 체계

지난 1970년대부터 중화학 공업 육성을 위해 국가 산업단지 시설을 건설하기 시작하여 여수, 광양, 울산 등지에 대규모 석유화학산업단지가 조성되어 있다. 이들 산업단지는 설비의 노후화와 환경적 위협요인(지진과 기후변화 등)이 커져감에 따라 그 취약성이 커지고 있다. 특히, 현재 한국은 4개 원자력 단지(고리, 월성, 울진 및 영광) 안에 총 25(21.7GW)기의 원자로가 가동 중으로 세계적으로 유례없는 원전 밀집도를 보이고 있다. 더구나 경상도 지역의 고리, 월성, 울진 원자력 단지 부근에는 부산, 울산, 경주 등 수백만의 인구를 가진 대도시가 인접하고 있으며 울산과 포항 등 한국 핵심 산업단지가 위치해 있어 원자력 발전소 사고는 상상하기 힘든 국가적 피해를 초래할 것으로 예상된다. 에너지 공급원의 집중은 안전 보호를 용이하게 하는 장점도 있는 반면, 사고 내지는 외부적 공격이 가해졌을 경우 피해규모와 확산속도가 빠르게 증가하는 위험성도 가지고 있다.

4) 높은 초기 투자비용

현재 우리의 중앙집중적 에너지 시스템은 대규모 투자비용이 필요한 산업구조이다. 자연재해 혹은 인위적 사고에 의해 에너지 공급 인프라에 물리적 문제가 발생할 경우, 신속한 대응과 복구는 에너지 인프라 안보에 있어서 필수적인 요소이다. 하지만 투자와 운용상의 높은 비용 구조는 외부 충격으로부터 시스템의 신속한 복원 및 복구에 커다란 장애요인이 될 수 있다.

5) 전문인력 및 장비

화석연료와 원자력과 같은 에너지 인프라의 건설과 운영에는 대단히 전문적인 기술과 경험이 필요하다. 핵분열과 같은 복잡하고 위험한 기술을 사용하는 원자력 발전은 우라늄 농축, 원자로 건설, 핵분열 제어, 재처리를 포함한 핵폐기물 관리에 이르는 에너지 생산 전 과정에서 대단히 전문적인 인력과 장비가 요구된다. 최근 세계 에너지 수급 관계에 큰 영향을 미치고 있는 셰일 가스 역시 수압파쇄(hydraulic fracking)와 수평천공(horizontal drilling)과 같은 고도의 시추기술이 필요한 에너지원이다. 이러한 복잡하고 어려운 기술을 다룰 수 있는 인력과 장비에 의존하는 시스템은 외부의 충격 혹은 내부적 결함 사고에

대응할 수 있는 능력이 떨어질 수밖에 없다.

6) 보완재 부족

에너지 서비스를 제공하는 데 특정 연료가 편중되어 사용된다면 시스템의 취약성이 높아질 수 있다. 즉, 만약 주된 에너지원의 공급에 이상이 생기면 그 에너지원에 의존하고 있는 에너지 서비스는 심각한 타격을 받을 수밖에 없는 것이다. 예를 들어, 수송 부문의 경우 거의 대부분의 나라에서 수송 연료를 석유에 의존하고 있다. 한국은 2014년 총 수송 부문의 에너지 사용량은 37.6MTOE인데 석유가 95%인 35.8MTOE를 차지하고 있다.[28] 만약, 석유 수급에 문제가 발생할 경우, 수송 서비스 제공에 심각한 차질이 발생할 수밖에 없는 것이다. 전기 역시 발전 연료의 거의 전부를 석탄, 우라늄, 가스에 의존하고 있다. 이들 발전 에너지원의 편중은 어느 한 부문에의 공급 또는 사고가 자체적으로 쉽게 보완되지 않음을 의미한다.

7) 건설기간

화석 및 원자력 발전소의 건설기간은 그 규모나 기술에 따라 수 년 내지 10년이 넘는 공사기간이 필요하다. 슈나이더와 프로갓(Schneider & Froggatt, 2016)의 조사에 따르면, 지난 2006년에서 2016년 사이 건설된 전 세계 46기의 원자력 발전소의 평균 건설기간은 10.4년이다. 현재 건설 중인 전 세계 58기의 원자력 발전소의 건설기간은 6.2년인데, 이 중 38기가 이미 건설 공기를 넘겨 향후 이들 발전소의 건설기간은 6.2년보다 커질 가능성이 크다. 이러한 긴 건설기간은 만약의 사고로부터 복원할 수 있는 능력을 떨어뜨림은 물론이고, 미래 경영환경에 대한 불확실성이 증가되어 효과적인 에너지 설비 투자가 이루어지지 않을 수도 있다.

8) 수송거리

한국은 대부분의 에너지를 해외로부터 수입하고 있다. 석유 수입은 사우디아라비아를 비롯한 중동 지역이 여전히 전체 수입의 84%를 차지하고 있으며,

28) 에너지경제연구원 (2015).

LNG 역시 중동의 카타르와 오만 등에서, 그리고 석탄은 호주, 중국 등에서 수입하고 있다. 국내 우라늄 역시 러시아와 캐나다에서 수입하고 있다.[29] 이렇듯 한국은 대부분의 1차 에너지를 해외 장거리 수송에 의지하고 있어 에너지 생산 지역의 경제적·정치적 불안정성에 의해 국내 에너지 수급이 커다란 영향을 받을 수 있다. 국내 에너지 공급 체계 역시 장거리 송전선, 가스 배송 시설 장거리 수송 방식에 의존하고 있어 천재지변과 인위적 사고에 의해 전체 시스템의 운영에 차질을 빚을 수 있는 취약한 구조를 가지고 있다.

9) 에너지원 간의 상호의존성

에너지원들 간의 상호의존성은 현재 에너지 시스템의 큰 특징 중 하나이다. LNG와 석탄의 국내 수입을 위해서는 석유로 항해하는 대형 LNG 유조선과 화물선이 필요하다. 일상생활에서 많이 쓰이는 난방용 가스보일러의 이용에도 전기 에너지의 공급이 필수적이다. 정유시설과 도시가스의 생산, 운송, 배송 단계에는 펌프, 제어기기, 모터, 팬 등의 수많은 전력 이용 기기들이 이용되고 있다. 전기의 안정적인 공급 없이는 이들 에너지의 생산과 이용에 큰 지장을 초래할 수 있는 것이다. 마찬가지로, 전력망에 문제가 생길 경우 발전소를 일시 정지하고 핵심 제어 장치들을 보호하는 것이 필요한데, 이를 위해 발전소에서는 별도로 비상용 디젤 발전 시설을 설치하고 있는 경우도 있다.[30]

10) 사회적 수용성

석탄과 원자력 발전의 환경 및 건강 피해에 대한 우려가 커지면서 이들 시설에 대한 사회적 수용성 문제가 커지고 있다. 그동안 한국은 급속한 산업화를 겪으면서 전원개발사업 과정에서 주민의 의견 수렴과 피해에 대한 적절한 보상이 이루어지지 않았다는 비판이 제기되고 있다. 하지만 최근, 사회적인 다원화와 정보의 접근가능성이 높아지면서 이러한 위험시설에 대한 지역의 반대가 사회적 갈등화되고 있는 상황이다. 신규 원전 예정 부지로 결정된 영덕과 속초에서는 주민투표가 진행되어 지역 주민의 높은 반대의사가 표출된 바 있고, 밀

29) 에너지경제연구원 (2015).
30) Lovins & Lovins (1982).

양 송전탑 건설 반대 지역 주민 운동은 10년 이상 지속되면서 커다란 사회적 갈등과 비용을 초래한 바 있다.

11) 에너지와 ICT 융합

에너지 설비와 ICT(Information, Communication, Technology) 기술이 접목되어 에너지의 생산과 이용이 보다 지능화되어 가고 있다. 이러한 추세는 전력산업 분야에서 보다 두드러지게 나타나고 있는데, 개별 발전기의 최적화 운전을 위한 제어 시스템, 전력망의 안정적인 운영을 위한 EMS(Energy Management System), 수요와 공급 양방향 소통을 위한 스마트 그리드, 수요반응(demand response), AMI(Advanced Metering Infrastructure), 그리고 건물 에너지 관리 제어 시스템인 BEMS(Building Energy Management System)까지 전력 시스템의 효율적이고 안정적인 운영을 위해 다양한 ICT 기술들이 기존의 전력시스템에 접목되고 있다. 이는 기존의 공급자 중심의 일방향 에너지 공급 방식에서 수요자와 공급자가 IT 기술을 통해 전기 가격에 따라 에너지 사용 패턴을 바꾼다던지 자가 생산한 전기를 전력망에 되팔수 있는 양방향 정보 및 전력 거래 시스템으로의 전환을 이룰 것으로 전망된다. 에너지 부문에서 ICT 기술 이용은 시스템의 안정성과 효율성을 향상하는 가능성이 있지만, 다른 한편 사이버상에서의 공격, 해킹, 제어 시스템의 결함 등과 같은 취약성 역시 커질 수 있다는 문제점도 발생한다.

IV. 사례연구: 미국 및 EU의 에너지 인프라 안보 정책

앞서 논의한 에너지 인프라의 다양한 취약요인들에 대응하기 위해서는 개별 인프라 차원뿐 아니라 에너지 인프라 전반을 포괄하는 종합적인 에너지 인프라 안보 정책이 필요하다. 최근 국가 및 국제기구 차원의 에너지 인프라 안보 체계가 등장하기 시작하였으며, 특히 미국과 EU의 에너지 인프라 안보 정책은 국가 단위 에너지 인프라 안보 정책 마련의 중요한 선례가 되고 있다. 본 절에서는 미국과 EU의 에너지 인프라 안보 정책의 도입 배경, 인프라 안보의 의미, 그리

고 구체적인 정책 방안을 살펴보고 한국의 에너지 인프라 정책을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

1. 미국

1) 에너지 인프라 안보 정책의 수립 배경

미국에서 핵심 기반시설에 대한 인식과 그 중요성이 정책적으로 부상하기 시작한 시기는 1990년대 이후이다. 1962년 쿠바 미사일 위기로 인하여 특정 사회 구성 요소들이 국가 안보에 중대한 영향을 미친다는 것을 인식하게 되었지만, 핵심 기반시설의 개념이 정립되지 않았으며 그 중요성이 정책적으로 반영되지는 못하였다. 1988년에 발표된 '위기 대비 책임의 부여'에 관한 행정 명령 12656호(Executive Order 12656)는 자연 재해 및 군사 공격 등과 같은 국가 안보 비상사태에 대응 및 대비하기 위하여 연방 정부 부서 및 기관들에게 다양한 책임들을 부여하였다.[31] 이 행정 명령은 사회 구성 시스템 및 요소들에 대한 보호의 중요성을 국가 안보와 밀접히 결부시켰지만, 핵심 기반시설 보호에 대한 직접적인 정책적 논의 및 조치를 제시하고 있지는 않다.

미국의 에너지를 포함한 국가 핵심 기반시설 보호(CIP)를 위한 구체적인 정책적 조치는 1996년 발표된 '핵심 기반시설 보호'를 위한 행정 명령 13010호(Executive Order 13010)에서부터 이 법안에서 핵심 기간시설 보호라는 용어가 공식적으로 등장하였으며 국가 핵심 기반시설 보호의 중요성은 국가 방위 및 경제 안보와 밀접한 관계를 형성하고 있음을 보여주면서 그 중요성을 강조하고 있다.[32] 또한, 핵심 기반시설을 범주화하면서 원거리 전기 통신, 금융회계, 수송, 물 공급 시스템, 긴급 서비스 그리고 정부 존속과 더불어 전력 계통, 가스와 석유 저장 및 운송을 핵심 기반시설에 포함시킴으로써 국가 핵심 기반시설 안보

31) The White House, "Executive Order—Assignment of Emergency Preparedeness Responsibilities" (1988), https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/07/06/executive-order-assignment-national-security-and-emergency-preparedness-.

32) The White House, "Executive Order 13010—Critical Infrastructure Protection" (1996), https://fas.org/irp/offdocs/eo13010.htm.

〈표 2〉 대통령 지침 63에서 규정한 핵심 기반시설과 책임 부서

책임 부서	핵심 기반시설
상업부	정보통신
재무부	금융회계
환경보호국	상수도(water supply)
교통부	항공, 고속도로(트럭 수송 및 지능형 교통체계 포함), 대량 수송수단, 관로(pipelines), 철도, 해상무역
법무부 / 연방수사국	긴급 법 집행
연방 긴급 사태 관리청	소방, 정부 지속성
보건사회복지부	공중보건(예방, 감시, 실험, 그리고 개인 보건 포함)
에너지부	전력, 석유 및 가스 생산 및 저장

에서 에너지 분야의 중요성이 한층 더 부각되었다.[33]

1998년 발표된 대통령 지침 63호(Presidential Decision Directive 63)는 핵심 기반시설에 대한 안보적 취약성 또한 증가하고 있음을 지적하면서 물리적 그리고 사이버 공격으로부터 사이버 시스템을 포함한 핵심 기반시설에 대한 보호를 위한 전략적 목표 및 방향을 제시하였다.[34] 동 지침에서 주목할 점은 핵심 기반시설 안보 취약성을 줄이기 위한 민관 파트너십 형성이다. 이를 통해, 에너지를 포함한 원거리 전기 통신, 금융과 수송 서비스와 같은 행정 명령 13010호에서 명기된 핵심 기반시설들을 좀 더 포괄적이며 효율적으로 보호할 수 있도록 하였다(<표 2> 참조).[35]

9/11 테러 이후 '국토안보실 및 국토안보위원회의 설립'에 관한 행정 명령 13228호(Executive Order 13228)가 발표되었으며, 뒤이어 '정보화 시대의 핵심 기반시설 보호'를 위한 행정 명령 13231호(Executive Order 13231)가 발표됨과

33) The White House (1996).

34) The White House, "Presidential Decision Directive 63" (1998), https://fas.org/irp/offdocs/pdd/pdd-63.htm.

35) The White House (1998).

동시에 대통령 핵심 기반시설 보호 이사회가 설립되었다. 2001년 10월 25일 반테러 관련 '애국자 법(USA Patriot Act)'[36]이 의회를 통과되면서 이 법의 1016절인 '핵심 기반시설 보호법(Critical Infrastructures Protection Act of 2001)'도 함께 도입되었다. 2002년에는 '국토보안법(Homeland Security Act of 2002)'이 통과되었으며,[37] 2003년 '대통령 국토 안보 지침 7호'가 발표되며 에너지 분야를 포함한 폭 넓은 핵심 기반시설 보호를 위한 보다 본격적인 정책적 시발점이 되었다.

2) 에너지 인프라 보호를 위한 제도 및 실행

2003년에 발표된 '대통령 국토 안보 지침 7호'—'연방 핵심 기반시설 및 필수적인 자원들을 보호하기 위한 핵심 기반시설 보호 계획'—는 기본적으로 1998년 '대통령 지침 63호'를 대체하면서, 미국 핵심 기반시설 및 핵심 자원들을 파악 및 우선순위를 설정하여 테러로부터 보호하고, 이를 위한 연방 부처 및 기관들을 설립하는 데 그 목적을 가지고 있다.[38] 특히 동 지침은 9/11 테러 영향으로 인하여 물리적 위협으로부터의 핵심 기반시설 안보를 최우선적인 목표로 내세웠다.[39] 그러나 동 지침은 핵심 기반시설 보호를 위해 세부적인 정책 부문에서의 큰 수정을 꾀하기보다는 점진적인 변화 및 확대, 그리고 국토안보부와의 협력적 관계에 초점을 맞췄다.[40]

뒤이어 2006년 '대통령 국토 안보 지침 7호'를 근간으로 '국가 기반시설 보호 계획 2006(National Infrastructure Protection Plan 2006)'이 발표되었다. 이 계획은 핵심 기반시설 및 핵심적인 자원의 보호를 위해 필요한 다양한 분야에서의 협력과 통합을 효율적으로 이끌어내기 위한 체계를 구축하는 것을 목표로 하고 있다.[41] 이를 위해, 각 부처별 역할과 책임, 재원 확보를 비롯한 장기적 프로그

---

36) Unite States Congress, "Uniting And Strengthening America By Providing Appropriate Tools Required To Intercept And Obstruct Terrorism/USA PATRIOT ACT of 2001" (2001), https://www.congress.gov/bill/107th-congress/house-bill/3162.

37) Unite States Congress (2001).

38) The Department of Homeland Security, "Homeland Security Presidential Directive-7" (2003), https://www.dhs.gov/homeland-security-presidential-directive-7.

39) The White House (1998).

40) The Department of Homeland Security (2003).

램 형성을 상세히 명시하였다.

2013년에 발표된 '대통령 정책 지침 21호'—'핵심 기반시설 안보 및 복원'—은 '대통령 국토 안보 지침 7호'를 대체하며 핵심 기반시설의 안전, 기능 그리고 회복의 강화 및 유지에 초점을 맞추었다.[42] 기존의 민관 파트너십 모델 평가, 효율적인 정보 공유를 위한 기준 데이터 및 시스템 요건 파악, 상황 인식 역량의 개발 및 연구개발 계획 등이 추가되었으며,[43] 핵심 기반시설에 대한 복원(resilience)적인 측면과 범용적 재난대비 태세가 강조되었다. 같은 해 '국가 기반시설 보호 계획 2013(National Infrastructure Protection Plan 2013)'이 발표되었으며 이 계획은 핵심 기반시설 안보 및 복원적인 측면과 함께 위기관리 부문에 대하여 초점을 맞추었다.[44]

'에너지 부문별 계획 2015(Energy Sector-Specific Plan 2015)'는 16개 핵심 기반시설 별 특정 부문 계획 중 하나로 '대통령 정책 지침 21호'를 근간으로 하고 있다. 동 계획은 핵심 기반시설의 복원력과 안보의 개선을 위한 각 분야별의 지속적인 노력을 통합 및 이끌어 나가는 것에 우선적인 목적을 두고 있다.[45] 특히 에너지 분야에서의 다양한 위기 및 위협들의 전개에 대한 논의가 이 계획에서 이뤄졌으며, 에너지 분야와 함께 다른 분야에서 상호의존적으로 발생하는 문제들과 사이버 및 물리적 안보 노력의 통합에 대하여 강조하였다.[46]

---

41) The Department of Homeland Security, "National Infrastructure Protection Plan 2006" (2006), https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/NIPP_Plan_noApps.pdf/.

42) The White House, "Presidential Policy Directive-21" (2013), https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/02/12/presidential-policy-directive-critical-infrastructure-security-and-resil.

43) The White House (2013).

44) The Department of Homeland Security, "National Infrastructure Protection Plan 2013" (2013), https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/NIPP%202013_Partnering%20for%20Critical%20Infrastructure%20Security%20and%20Resilience_508_0.pdf.

45) The Department of Homeland Security, "Energy Sector-Specific Plan 2015" (2015).

46) The Department of Homeland Security (2015).

2. 유럽연합(EU)

1) 에너지 인프라 안보 정책의 수립 배경

EU의 핵심 기반시설 보호를 위한 정책적인 움직임은 2004년 EU 집행위원회(European Commission)가 발표한 '테러에 대응하기 위한 핵심 기반시설 보호(Critical Infrastructure Protection in the Fight Against Terrorism)'에서부터 시작되었으며, 이는 유럽의 핵심 기반시설 보호 시스템의 강화를 핵심 골자로 하고 있다.[47] 유럽 이사회(European Council)는 '테러 공격에 대한 예방, 대비 그리고 대응(Prevention, Preparedness and Response to Terrorist Attack)'과 '테러 위협 및 공격의 결과에 대한 연대 프로그램(EU Solidarity Programme on the Consequences of Terrorist Threats and Attacks)'을 채택하였고, 이는 EU 집행위원회의 '유럽 핵심 기반시설 보호 프로그램(European Programme for Critical Infrastructure Protection)'으로 연결되었다. 2004년 유럽연합 집행위원회가 발표한 '테러에 대응하기 위한 핵심 기반시설 보호'는 유럽의 핵심 기반시설들을 다음과 같이 9가지로 분류하였다[48]: 1) 에너지 설비 및 네트워크(전력, 석유 및 가스 생산, 저장 시설 및 정유소, 송배전 시스템); 2) 정보 통신 기술(원거리 전기 통신, 방송 시스템, 인터넷을 포함한 소프트웨어, 하드웨어, 네트워크); 3) 금융(은행업무, 증권투자); 4) 의료 서비스(병원, 보건 및 혈액 공급 시설, 실험 및 제약, 수색 및 구조, 긴급 서비스); 5) 식량(안전, 생산 수단, 도매 유통 및 식품 산업); 6) 용수(댐, 저장, 처리 및 네트워크); 7) 수송(공항, 항만, 일관수송시설, 철도 및 대량 수송수단 네트워크, 교통제어 시스템); 8) 위험물의 생산, 저장 그리고 수송(화학적, 생물학적, 방사성, 핵 물질); 9) 정부(핵심 서비스, 시설, 정보 네트워크, 자산 및 핵심 국가 기념물 및 유적).

제1차 유럽연합 핵심 기반시설 보호 세미나(First EU Critical Infrastructure Protection Seminar)가 2005년 6월에 개최되었으며 제2차 회의가 9월에 뒤를 이었다. 이 두 번의 세미나에서 유럽연합 회원국들은 핵심 기반시설 보호를 위

47) European Commission, "Critical Infrastructure Protection in the Fight Against Terrorism" (2004), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Al33259.

48) European Commission, "Critical Infrastructure Protection" (2004).

한 각국의 경험 및 정보를 핵심 민간 부문들과 공유하였고, 동 결과를 바탕으로 2005년 11월에 EU 집행위원회는 '유럽 핵심 기반시설 보호 프로그램을 위한 녹서(Green Paper on a European Programme for Critical Infrastructure Protection)'를 발표하였다.[49] 2006년 12월 EU 집행위원회는 '유럽 핵심 기반시설 보호 프로그램'을 발표하였으며, 이 프로그램은 유럽연합의 핵심 기반시설 보호를 위한 구체적인 정책적 시발점이 되었다.

2) 에너지 인프라 보호를 위한 제도 및 실행

2006년에 발표된 '유럽 핵심 기반시설 보호 프로그램'의 목적은 EU의 핵심 기반시설 보호의 향상에 초점을 맞추고 있다. '유럽 핵심 기반시설 보호 프로그램'은 최우선으로는 테러로부터의 위협을 인식하는 것으로 시작하여 범용적 재난대비 태세에 근거한 핵심 기반시설 보호까지 그 범위를 넓혔다.[50] 이는 2004년 유럽연합 집행위원회와 이사회가 발표한 핵심 기반시설 보호를 위한 프로그램들에 비해 그 범위가 더 확장되었다.[51]

2008년에 발표된 EU 이사회 지침은 유럽 핵심 기반시설의 파악 및 지정을 위한 절차를 수립하는 데 주된 목적을 두고 있다.[52] 각 회원국들은 유럽연합 집행위원회의 지원과 함께 잠재적인 유럽 핵심 기반시설을 파악해야 하며 이를 위해 가능성 있는 피해 및 경제적 그리고 공공부문의 영향들을 계산할 수 있는 포괄적인 기준(cross-cutting criteria) 및 에너지와 수송 분야의 기준을 모두 고려해야 한다.[53] 각 회원국들은 또한 각 지역에 위치한 잠재적인 핵심 기반시설을 위한 협력적인 지정(designation) 과정을 거쳐야 하며 이를 위한 EU 집행위원회와의 논의가 수반되었다.[54] 회원국들이 각각의 지정된 유럽 핵심 기반시설

---

49) European Commission, "Green Paper on a European Programme for Critical Infrastructure Protection" (2005), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52005DC0576.

50) European Commission, "European Programme for Critical Infrastructure Protection" (2006), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Al33260.

51) 동 프로그램의 실행에 있어서 6가지 원칙들—보완성, 상보성, 기밀성, 이해 당사자 간의 협력, 비례적 대응, 분야별 접근—이 선정되었고, 핵심 기반시설 보호를 위한 비상계획, 각 회원국별 연락 거점 구축 및 재정적 조치들이 명기되었다. European Commission (2006).

52) European Council, "Council Directive 2008/114/EC" (2008), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Ajl0013.

53) European Council (2008).

을 위한 있는 운영자 안보 전략(Operator Security Plan) 또는 이와 상응하는 조치를 준비하도록 의무화되었다.[55]

3. 사례 비교의 시사점

미국은 일찍부터 국가 기간시설 안보를 강조하여 왔는데, 여기에는 외부적 요인들이 크게 영향을 미쳤다. 9/11 테러와 같은 외부로부터의 공격과 허리케인 카트리나와 같은 대형 자연 재해 또한 발생하여 국가 기반시설 안보의 중요성이 더 크게 부각되어지고 있다. 특히, 에너지 분야는 핵심 기반시설로서의 중요성이 더욱더 강조되고 있다. 또한, '대통령 정책 지침 21호'를 기반으로 하는 '에너지 분야별 계획 2015'는 에너지 기반시설 안보의 중요성을 단적으로 보여주고 있는 예이다.[56]

EU의 유럽 기반시설 안보에 대한 노력은 미국에 비해 상대적으로 늦게 시작되었지만, 기반시설 보호의 중요성을 정확히 인식하고 있으며 발 빠른 대응 조치를 마련하고 있다. 에너지 분야의 기반시설 안보적인 측면은 수송 분야와 더불어 그 중요성이 가장 강조되고 있다. 이는 미국의 경우와 마찬가지로 에너지 분야의 특수성, 즉 타 부문과의 긴밀한 협조의 필요성에 기인한다.

54) European Council (2008).

55) European Council (2008).

56) 타 기반시설과의 높은 관계성, 사이버와 물리적 안보 측면에 있어서 에너지 기반시설의 중요성 그리고 내외부적 영향에 따른 대응조치가 동 특화 계획에서 강조되고 있다.

V. 포괄적 에너지 인프라 안보 전략의 과제

1. 에너지 인프라의 복원력 강화

복원력 개념은 생태학에서 주로 사용되어 왔으나 최근 기후변화, 개발이론, 재난관리 및 도시계획 분야에서 폭넓게 사용되고 있다.[57] 복원력은 일반적으로 외부의 충격과 교란을 견딜 수 있는 강인성(robustness)과 핵심적 기능의 회복(recovery) 능력 등과 같은 개념으로 이해되고 있다. 이러한 개념을 에너지 인프라 안보에 적용한다면, 앞서 살펴본 취약성과 위해요소, 즉 에너지 인프라의 위험을 감소시킴과 동시에 시스템의 핵심 기능을 회복할 수 있는 능력을 강화하는 것을 의미한다. 본 연구에서는 에너지 인프라 취약성을 줄이고 복원력을 강화하기 위한 전략이 필요함을 주장하며, 에너지 시스템의 분산화, 에너지원의 다양성 그리고 안전한 에너지원으로의 전환을 에너지 복원력 강화 전략의 핵심 요소로 제안한다.

1) 에너지 시스템의 분산화

앞서 설명한 바와 같이, 현대 에너지 인프라의 취약성은 중앙집중적 구조에 크게 기인하고 있다. 이미 세계 제2차 세계대전과 냉전시대 동서대립하에서 중앙집중적 에너지 구조의 군사적·물리적 취약성이 전략적으로 논의되었다.[58] 미국이나 유럽과 같은 나라들의 적극적인 에너지 인프라 안보 정책 수립 배경에는 대규모 중앙집중적 에너지 인프라를 테러와 같은 물리적 공격으로부터 안전하게 보호하기 위한 필요성이 크게 작용하였다. 에너지 시스템의 분산화는 그러한 물리적 공격의 위험성을 크게 줄일 수 있는 방법이다. 즉, 에너지 인프라가 작은 규모로 모듈화되어 분포되어 있다면, 물리적 공격의 실효성이 대규모 중앙집중적 인프라에 비해 그다지 크지 않으므로 물리적 공격에 대한 유인도 낮고

57) 유정민·윤순진, "전환적 기후변화 적응에 대한 비판적 고찰: 가능성과 한계," 『환경정책』 제23권 제1호 (한국환경정책학회, 2015), pp. 149-181.

58) Farrell, Zerriffi and Dowlatabadi (2004), pp. 421-469.

시스템 전체의 붕괴와 같은 파국적 피해도 예방할 수 있는 것이다.

에너지 인프라의 분산화는 군사적·물리적 장점뿐만 아니라 에너지원의 안전성, 사회적 수용성, 수송거리의 단축 등에서 중앙집중적 시스템이 가지고 있었던 많은 사회, 경제, 물리적 취약성을 제고할 수 있는 방법이다. 태양광, 바이오매스 및 풍력과 같은 지역에서 이용할 수 있는 재생가능에너지원은 환경적·기술적으로 안전한 에너지이므로 에너지 시스템의 위험을 크게 줄일 수 있다. 또한 사용자 가까이에 설치된 분산형 자원은 송배전 시설이 필요 없어 송전건설 비용을 줄이고, 고압 송전선을 둘러싼 사회적 갈등을 줄일 수 있으며, 그에 따른 기술적 위험성도 크게 줄일 수 있다.

2) 에너지원의 다양성

기존의 화석연료와 원자력 중심의 에너지원에서 다양한 에너지원으로의 전환이 에너지 시스템의 복원력을 높일 수 있다. 최근 한국은 석탄과 원자력 발전소와 같은 기저 발전기가 많이 건설되면서 가스 발전의 이용이 크게 떨어지고 있다. 가스 발전은 석탄에 비해 이산화탄소 배출량도 절반에 지나지 않으며 부하에 따라 탄력적으로 운전을 할 수 있기 때문에 중요한 발전연료로 이용될 필요가 있다. 더구나 최근 셰일 가스 생산으로 인해 가스 가격이 하락하면서 석탄과 원자력으로부터 재생가능에너지원으로의 전환을 위한 가교 연료(bridge fuel)로서의 필요성이 커지고 있다. 더구나 최근 재생가능에너지 기술이 성숙되고 가격이 하락하면서 다양한 재생가능에너지 확대가 보다 용이하게 되었다. 특히, 가장 비싼 재생가능에너지 기술이었던 태양광은 최근 십여 년간 가격이 큰 폭으로 하락하여 전통적인 발전 기술과 경쟁할 수 있는 단계에 이르렀다.

에너지원의 다양성 증가와 함께 에너지 수요 자원을 적극적으로 이용하는 것이 에너지 시스템의 복원력을 강화하는 데 크게 기여할 수 있다. 특히, 에너지 효율을 비롯한 수요자원의 이용은 공급 방안에 비해 커다란 자본이 필요하지 않고 비용 효과적이며 단기간 내에 실행할 수 있다는 장점이 있다. 또한 대형 에너지 공급 인프라의 건설을 회피할 수 있도록 해주어 기존 에너지 시스템의 취약성을 감소시킬 수 있다.

3) 안전한 에너지원으로의 전환

앞서 설명한 바와 같이 화석연료와 우라늄을 이용하는 전통적인 에너지 시스템은 기후변화, 대기오염, 방사능 위험 및 핵확산 위험을 유발한다. 특히, 이들 시설은 폭발이나 누출과 같은 사고로 인해 돌이킬 수 없는 환경적·경제적 피해를 야기할 수 있다. 후쿠시마 원전 사고의 비용은 사고 수습과 해체, 오염 제거, 피해자에 대한 배상으로 약 1,330억 달러의 비용이 소요되고 있는 것으로 추정되고 있다.[59] 특히, 원자로를 가동하면서 생기는 부산물인 플루토늄은 핵무기 개발에 이용할 수 있기 때문에 지역의 군사적 긴장을 야기할 수 있는 가능성이 있다. 이러한 측면에서 잠재적 위험을 안고 있는 연료로부터 재생가능에너지원 혹은 분산형 자원(가스 열병합, 소규모 가스 터어빈 등)과 같은 안전한 에너지원(기술)으로의 전환을 통해 에너지 인프라의 안전성을 높일 필요가 있다.

2. 지역 에너지 인프라 안전 협력 강화

에너지 인프라 안보는 다자 차원에서의 지역 협력 의제로 중요성을 갖기도 한다. 특히 에너지 연계망이 초국경적으로 확산되고, 에너지 사고 및 재해의 파급효과 역시 초국경적으로 발생함에 따라 이러한 에너지 인프라 안전의 문제가 국제적으로 대두될 개연성도 높다. 동북아에 있어 한·중·일 3국은 세계 총 1차 에너지의 28%를 소비하고 있고[60] 특히, 한국과 일본은 에너지 부존량이 없기 때문에 거의 모든 에너지를 수입에 의존하고 있으며, 중국 역시 급속한 경제성장으로 인해 석탄을 제외하고는 석유와 가스의 수입비중이 크게 높아지고 있다.

지난 수십 년간 러시아 극동 지역의 가스 및 석유 공동 개발 및 이용에 대한 다자간 협력 방안에 대해 많은 논의가 있어왔으나 큰 성과는 없었다. 여기에는 에너지 협력 필요성에 대한 상호 이해 및 시급성의 부족, 국가 간 지정학적 갈등 및 신뢰 부족, 그리고 정치적 의지의 부족 등의 이유가 존재한다.[61]

---

59) Mycle Schneider and Antony Froggatt, “The World Nuclear Industry” (2016).
60) BP (2016).

지역적 에너지 협력이 더디게 진행되는 가운데 동북아 각국은 에너지 효율, 에너지 다원화, 연료 전환과 같은 국내적 에너지 정책을 통해 에너지 안보 문제에 대응해 가고 있다. 특히, 에너지 공급의 불안정성과 기후변화와 국내 대기오염 문제 개선을 위한 대안으로 원자력 발전이 적극적으로 추진되고 있다. 세계 원자력 발전의 가장 큰 시장인 중국은 2016년 중반기 기준으로 34기(29.4GW)의 원전이 운영 중이며, 현재 8기가 건설 중에 있다.

지금으로서는 달성하기 어려운 목표지만 제13차 5개년 계획(2012)에 따르면 2020년까지 현재 용량의 2배인 58GW 건설을 목표로 하고 있다.[62] 한국은 사회적 수용성과 안전성에 대한 우려에도 불구하고 원자력 발전을 지속적으로 추진하고 있다. 현재 24기의 원전이 있으며 4기가 건설 중에 있다. 지난 해 발표된 추가 신규 원전 계획이 실현되고 폐쇄경정이 난 고리 1호기를 제외하고 나머지 원전이 수명 연장된다면 2030년 후반경에는 총 35기의 원전이 운영될 것으로 전망된다.

일본은 후쿠시마 원전 사고 이후 50기의 원전이 모두 폐쇄되었으나, 이들 원전을 IAEA 규정에 따른 장기 폐쇄(LTS: Long-term Shutdown) 등급으로 분류하고 있지 않고 있다.[63] 또한 최근 센다이 원전 2기를 재가동하면서 원자력 재가동에 대한 의지를 남겨두고 있다.

이러한 원자력 인프라의 확대는 지역의 안보에 커다란 잠재적 위협이 될 수 있다. 이미 중국의 석탄 발전에 의한 국내 대기환경에 영향이나 후쿠시마 원전 사고의 해양오염에서 보듯이 한 국가의 에너지 인프라 사고 혹은 운영에 의한 영향은 해당 국가에 국한되지 않고 인접 국가에까지 미치게 된다.

이런 측면에서 에너지 인프라 안보의 범위를 국가 차원에서 지역 차원으로 확대할 필요가 있다. 대규모 에너지 인프라의 안전한 운영을 위한 사전적 예방조치와 만약의 사고에 대한 정보 공유와 공동 노력에 대한 지역의 협력체계 마련이 필요하다.

---

61) Jae-Seung Lee, "Energy Security and Cooperation in Northeast Asia," *Korea Journal of Defense Analysis*, Vol. 22, Issue 2 (2010), pp. 217-233.

62) Schneider and Froggatt (2016).

63) Schneider and Froggatt (2016).

3. 에너지 인프라 안보 법제도의 수립

에너지 인프라 안보 대응 전략은 개별 시설별, 부문별 및 국가적 차원에서의 목표설정, 실행계획 및 연계전략이 필요하다. 특히 민간 사업자들과 국가안보시설을 동시에 아울러야 하는 의제의 특성 상 에너지 인프라 안보의 추진은 정부 차원에서의 컨트롤 타워 구축이 필요하다.

앞서 논의한 미국과 유럽의 핵심 기간시설 및 에너지 기반시설 안보제도 형성 및 대상의 선정에 있어 선행사례로서 의미를 갖는다. 한국의 에너지 인프라 안보의 법제도 수립은 다음 요소들을 필요로 한다.

- 정부 기관 간 및 정부-민간 인프라 안전 체계 구성
- 핵심 에너지 인프라 취약성 및 위험 분석
- 핵심 에너지 인프라의 위험 방지 방안 마련
- 핵심 에너지 인프라의 복구 계획 및 대안 마련
- 우선순위를 가지는 인프라 보호전략

VI. 결론

남북한 대립과 동북아의 지정학적 긴장하에 놓여 있는 한국의 특수성을 고려할 때 에너지 인프라 안보는 시설물 안전을 넘어선 국가 방어의 목표와도 연계된다. 에너지 수입 비중이 절대적으로 높고 철강, 석유화학 등 에너지 집약적 산업구조를 가진 동시에 수출의존적 경제구조에 기반하는 한국의 경우 에너지 인프라 안보는 단순한 수급전략의 일부분이 아니라 보다 독립적인 의제로 다루어질 필요가 있다. 또한 지진, 태풍, 해일 등과 같은 자연재해로부터 발생하는 핵심 에너지 기간시설에의 위협 요인도 지속적으로 증가하고 있어 의제의 시급성이 증가하고 있다.

2014년 이후 '셰일 붐'에 뒤이은 저유가체제가 지속되며 화석연료 공급 확보 및 해외에너지 개발 부문에 집중했던 한국의 에너지 안보 전략은 전반적 기조를

재정립해야 하는 전환점에 와 있다. 이제까지 총체적 국가전략으로 수립되지 못했던 에너지 인프라 안보 의제는 보다 적극적으로 다루어질 필요성이 있다. 방대한 영역과 분야별 전문 요소들을 고려했을 때 단일 연구로 에너지 인프라 안보를 포괄하는 데는 한계가 있으며, 본격적인 후속 연구들에 있어서 연관된 주제들에 대한 다층적인 학제간 접근이 수반되어야 한다. 본 연구는 에너지 인프라 안보에 대한 개념틀과 구성 요소, 그리고 주요 선행사례들을 고찰함으로써 포괄적 에너지 인프라 전략 수립의 필요성을 제기하는 한편 다양한 형태로 진행되어 온 에너지 안보 논의에 새로운 학술적 의제를 제시하였다.

【참고문헌】

기상청.『한반도 기후전망 보고서』(서울: 기상청, 2012).

김평중.『전남 석유화학산업의 환경변화와 대응전략』(서울: 한국은행, 2016).

에너지경제연구원.『2015 에너지통계연보』(울산: 에너지경제연구원, 2015).

유정민·윤순진. "전환적 기후변화 적응에 대한 비판적 고찰: 가능성과 한계."『환경정책』제23권 제1호 (한국환경정책학회, 2015).

이재승. "동아시아 에너지 안보 위협 요인의 유형화."『국제관계연구』제19권 제1호 (일민국제관계연구원, 2014).

Cherp, Aleh, and Jessica Jewell. "The Concept of Energy Security: Beyond the Four As." *Energy Policy*, Vol. 75 (December 2014).

Chester, Lynne. "Conceptualizing Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature." *Energy Policy*, Vol. 38, Issue 2 (February 2010).

European Commission. "Critical Infrastructure Protection in the Fight Against Terrorism" (2004). http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Al33259.

_____. "Green Paper on a European Programme for Critical Infrastructure Protection" (2005). http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52005DC0576.

_____. "European Programme for Critical Infrastructure Protection" (2006). http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Al33260.

European Council. "Council Directive 2008/114/EC" (2008). http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV%3Ajl0013.

Farrell, Alexander E., Hisham Zerriffi, and Hadi Dowlatabadi. "Energy Infrastructure and Security." *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 29 (November 2004).

Hayashi, Masatusgu, and Larry Hughes. "The Fukushima Nuclear Accident and Its Effects on Global Energy Security." *Energy Policy*, Vol. 59 (August 2013).

Hippel, David von, Tatsujiro Suzuki, James H. Williams, Timothy Savage, and Peter Hayes. "Energy Security and Sustainability in Northeast Asia." *Energy Policy*, Vol. 39, Issue 11 (November 2011).

IPCC. "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press, 2013).

Kenderdine, Melanie A., and Ernst J. Moniz. "Technology Development and Energy

Security." In Jan H. Kalicki and David L. Goldwyn (eds.). *Energy Security: Strategies for a World in Transition* (Washington, D.C.: Woodrow Wilson Center Press, 2013).

Lee, Jae-Seung. "Energy Security and Cooperation in Northeast Asia." *Korea Journal of Defense Analysis*, Vol. 22, Issue 2 (June 2010).

Lovins, Amory, and Hunter Lovins. *Brittle Power: Energy Strategy for National Strategy* (Andover: Brick House Publishing Co., Inc., 1982).

Renn, Ortwin. *Risk Governance: Coping with Uncertainties in a Complex World* (London: Earthscan, 2008).

Schneider, Mycle, and Antony Froggatt. "The World Nuclear Industry" (2016).

Shalal, Andrea. "IAEA Chief: Nuclear Power Plant was Disrupted by Cyber Attack." *Reuters*, October 10, 2016.

Sovacool, Benjamin K. "Evaluating Energy Security in the Asia Pacific: Towards a More Comprehensive Approach." *Energy Policy*, Vol. 39, Issue 11 (November 2011).

The Department of Homeland Security. "Homeland Security Presidential Directive-7" (2003). https://www.dhs.gov/homeland-security-presidential-directive-7.

_____. "National Infrastructure Protection Plan 2006" (2006). https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/NIPP_Plan_noApps.pdf/.

_____. "National Infrastructure Protection Plan 2013" (2013). https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/NIPP%202013_Partnering%20for%20Critical%20Infrastructure%20Security%20and%20Resilience_508_0.pdf.

_____. "Energy Sector-Specific Plan 2015" (2015).

The White House. "Executive Order — Assignment of Emergency Preparedness Responsibilities" (1988). https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/07/06/executive-order-assignment-national-security-and-emergency-preparedness-.

_____. "Executive Order 13010 — Critical Infrastructure Protection" (1996). https://fas.org/irp/offdocs/eo13010.htm.

_____. "Presidential Decision Directive — 63" (1998). https://fas.org/irp/offdocs/pdd/pdd-63.htm.

Unite States Congress. "Uniting And Strengthening America By Providing Appropriate Tools Required To Intercept And Obstruct Terrorism/USA PATRIOT ACT of 2001" (2001). https://www.congress.gov/bill/107th-congress/house-bill/3162.

Winzer, Christian. "Conceptualizing Energy Security." *Energy Policy*, Vol. 46 (July 2012).

Yergin, Daniel. "Energy Security and Markets." In Jan H. Kalicki & David L. Goldwyn

(eds.). *Energy Security; Strategies for a World in Transition* (Washington, D.C.: Woodrow Wilson Center Press, 2013).

〈인터넷 자료〉

전력통계정보시스템(KPX). "발전설비통계." http://epsis.kpx.or.kr/epsis/epsisMain.do (검색일: 2016년 10월 18일).

전력통계정보시스템(KPX). "발전실적." http://epsis.kpx.or.kr/epsis/ekgeStaticMain.do;jsessionid=PJ7LYBMB2p2HTh4vHkVWQGGMgCvDVmHQTQJhyNWklJJ8vh1QFPtn!241999982?cmd=003001&flag=&locale=KR (검색일: 2016년 10월 18일).

충남연구원. "충남 석탄화력발전 현황." http://www.cni.re.kr/board/view.asp?id=infographics&code=040700&idx=6307&page=1 (검색일: 2016년 10월 18일).

한국가스공사. "생산공급." http://www.kogas.or.kr/ (검색일: 2016년 10월 18일).

BP. "BP Statistical review of world energy 2016." http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html (검색일: 2016년 10월 18일).

Homeland Security. "Critical Infrastructure Sectors." https://www.dhs.gov/critical-infrastructure-sectors (검색일: 2016년 10월 18일).

_____. "Energy Sector." https://www.dhs.gov/energy-sector (검색일: 2016년 10월 18일).

UNEP. "Impacts of Summer 2003 Heat Wave in Europe." http://www.unisdr.org/files/1145_ewheatwave.en.pdf (검색일: 2016년 10월 11일).

〈신문 자료〉

『디지털데일리』.

『이투뉴스』.

『전자신문』.

Reuters.

[ABSTRACT]

The Conceptual Framework and Components of Energy Infrastructures Security

An Examination of the South Korean Case

Jae-Seung Lee | Korea University
Jung-Min Yoo | SH Corporation
Heungkoo Lee | Korea University

As an expanded concept of energy security, energy infrastructure security means not only the defensive measures to protect critical facilities from external physical attacks but also a resilience to unconventional threats such as cyber attacks, climate change and natural disaster. The US and EU has managed critical energy infrastructure protection as a policy priority since the 1990s, especially in the aftermath of 9/11 terrorist attack. South Korea, as a major energy importer and heavy energy consumer, has huge economic stakes in protecting critical energy infrastructures. Furthermore, the military confrontation between the two Koreas and geopolitical tensions in Northeast Asia also add political importance of maintaining energy infrastructure security. This study examined the vulnerabilities of South Korea's energy infrastructures and proposed a comprehensive policy package for national energy infrastructure security focusing on energy resilience, decentralization and regional cooperation with neighboring countries.

Keyword: Energy, Infrastructure, Security, South Korea, US, EU

투고일: 2016년 10월 21일, 심사일: 2016년 10월 28일, 게재확정일: 2016년 11월 23일