creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학석사 학위논문

한국 원자력 에너지의 위기요인과 대응방안 : 접근성과 수용성을 중심으로

2023년 2월

서울대학교 대학원
에너지시스템공학부
강 성 용

한국 원자력 에너지의 위기요인과 대응방안 : 접근성과 수용성을 중심으로

지도교수 김 은 희

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함
2023년 1월

서울대학교 대학원
에너지시스템공학부
강 성 용

강성용의 공학석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 최 성 열 (인)

부위원장 김 은 희 (인)

위 원 신 동 훈 (인)

국문초록

2022년 대한민국의 새 정부는 출범과 동시에 이전 정부의 '탈원전 정책'의 폐기를 선언하고, 원자력산업의 부흥을 국정과제로 제시하였다. 일각에서는 장기적인 관점에서 이루어져야 할 에너지 정책이 정치적 견해에 의해 일변하고 있다는 우려가 제시되기도 했으나, 원자력에너지에 강점과 위기요인이 공존하는 것은 사실이다. 현재 원자력에너지는 정부 주도하에 재도약을 목전에 두고 있으며, 이용간에 발생가능한 위기요인과 대응방안을 검토할 필요가 있다. 본 연구는 에너지안보의 4As 개념 중 '접근성'과 '수용성' 측면의 위기요인 및 대응방안을 검토하고자 한다.

통상적으로 에너지안보의 개념은 '적정가격의 에너지원을 방해없이 충분히 공급가능한 상태'로 정의되었다. 시간이 지나며, 에너지안보의 개념이 공급과 가격뿐만 아니라 다양한 (정치, 환경, 사회적) 요인을 포함하도록 확장되어야 한다는 필요성이 제기되었다. '4As 개념은 이러한 맥락에서 *Asia Pacific Energy Research Centre*에 의해 제시되었으며, 각각 availability, affordability, accessibility, 그리고 acceptability을 의미한다. 이용가능성(availability)은 '에너지원을 물리적으로 이용가능한가'에 대한 사항으로, 국가 영토내 부존자원의 유무와 같은 지질학적인 요인을 포함한다. 가격적절성(affordability)은 '에너지원이 구매가능할 정도로 적절한 가격인가'에 대한 사항이며, 생산 및 발전비용, 거래가격, 가격 안정성 등 경제적인 요인을 포함한다. 접근성(accessibility)은 '에너지원의 사용이 실제로 가능한가'에 대한 사항이며, 지정학적 및 국제정치적 요인, 국내 에너지시스템의 견고성 등이 해당된다. 수용성(acceptability)은 '에너지원의 생산과 사

용이 사회구성원에게 수용가능한가'에 대한 사항이며, 에너지원의 환경적 지속가능 여부, 사회적 수용가능 여부 등이 포함된다.

원자력에너지의 이용가능성과 가격적절성은 대체로 정량적인 평가가 가능한 반면, 접근성과 수용성 측면에서 발생하는 위기요인은 정량적으로 평가하기 어렵고 다양한 가치 판단에 충돌하고 있어 추가적인 논의가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 원자력에너지의 접근성과 수용성 측면에 중점을 두어 연구를 진행했다.

원자력에너지의 접근성 위기는 원자력이 갖는 이중용도적 성격에 기반하며, 핵확산가능성에 의해 초래 될 수 있다. 최근 국내 핵무장 여론의 대두는 핵확산의 가장 근본적인 요인에 해당하는 '정치적 동기'로써 비춰질 수 있으며, 재처리 등의 기술 도입이 어려워지는 접근성 위기를 유발할 수 있다.

수용성 측면의 위기요인은 원자력시설의 안전에 대한 불신에서 비롯되며, 시설 거부의 형태로 나타난다. 원자력시설의 수용성에 영향을 주는 요인으로써 위험인식, 경제적 편익, 정부와 기관에 대한 신뢰가 논의되며, 사용후핵연료 영구처분장 유치에 성공한 핀란드와 스웨덴의 사례를 바탕으로 대응방안을 연구할 수 있다.

이상에서 살펴본 원자력에너지가 갖는 위기요인에 대해 본 연구는 다음과 같은 대응방안을 제시하고자 한다. 접근성 확보를 위한 대응방안으로써, 핵무장 여론에 대한 경계와 정부차원에서의 비확산 의지 표명, 국제 레짐에서 선도국가로서 역할수행을 제시한다. 수용성 확보를 위한 대응방안으로써, 정부・기관・지역사회의 '원자력 공동체' 형성, 경제적 편익의 집행과정 개선, 정보제공을 통한 위험인식 개선, 지자체의 자율성 보장을 제시한다.

주요어 : 에너지안보, 원자력에너지, 핵확산, 원자력시설 수용성
학 번 : 2021-29583

목 차

제 1 장 서론 ····· 1

제 2 장 이론적 고찰 ····· 3
제 1 절 에너지안보의 개념 ····· 3
2.1.1. 고전적 개념 ····· 3
2.1.2. 개념의 확장 ····· 3
2.1.3. '4As'의 개념 ····· 6
제 2 절 에너지안보 관점에서의 원자력 ····· 10

제 3 장 접근성 ····· 14
제 1 절 위기요인 ····· 14
제 2 절 대응방안 ····· 17

제 4 장 수용성 ····· 20
제 1 절 위기요인 ····· 20
제 2 절 대응방안 ····· 25

제 5 장 결론 ····· 36

참고문헌 ····· 38
Abstract ····· 43

표 목 차

[표 1-1] ····· 26
[표 1-2] ····· 29

제 1 장 서 론

2017년 대한민국 정부는 탈원전 정책을 포함한 에너지전환 로드맵을 발표하고, 제3차 에너지기본계획(2019)과 제9차 전력수급기본계획(2020)에 점진적인 원전 감축을 명시한다. 이러한 정부의 탈원전 의지 표명에 반대하여, 원자력의 역할을 재조명한 주장들이 제시된다. 기후변화 대응(탈 화석연료)과 안정적인 전력공급이라는 두 가지 목표를 동시에 달성하기 위해서 원자력의 역할이 필수적이라는 것이다.

2022년, 새 정부의 출범과 동시에 이전 정부의 '탈원전 정책'은 폐기되었으며 원자력산업의 부흥이 국정과제로 선정된다. 일각에서는 장기적인 관점에서 이루어져야 할 에너지 정책이 정치적 견해에 의해 일변(一變)하고 있다는 우려가 제시되기도 했다. 그러나 이전 정부와 현 정부의 원자력에 대한 입장 차이에 정치적 견해가 개입되었는지는 차치하고, 원자력에너지에 강점과 약점이 공존한다는 사실과 검토의 필요성이 있음은 분명해 보인다. 원자력발전이 화석연료발전에 비해 적은 온실가스를 배출하여 기후변화 대응에 기여할 능력이 있는 것도 사실이나, 사용후핵연료의 처리방안 등 아직까지 해결되지 않은 위기요인을 안고 있는 것도 사실이다.

이전 정부는 탈원전 추진 배경으로, 높은 수준의 원전 밀집도와 원전에 대한 국민 수용성 저하, 사용후핵연료 처리방안 미확보, 그리고 원료인 우라늄의 높은 해외 수입의존도를 제시했다 [1, 2, 3]. 한국의 원전 밀집도는 10만㎢ 당 24기로, 일본(8.7기/10만㎢)의 약 3배에 달한다. 또한 후쿠시마 원전의 30km 이내 인구수가 17만 명에 불과한 것에 비해 고리원전 30km 이내에는 382만 명의 인구가 거주하고 있다. 후쿠시마 원전사고(2011)와 경주・포항 지진(2017) 이후 원전사고에 대한 우려가 심화되었으며, 높은 원전밀집도와 사고가능성에 대한 우려가 맞물려 국민적 수용성은 더욱 악화되었다. 사용후핵연료 처리방안이 확보되지 않은 점

또한 탈원전의 주요 근거로 제시되어왔다. 재처리나 영구처분과 같은 처리방안이 제시되지 않은 상황에서 원자력산업을 확장하는 것은 흔히 '화장실 없는 아파트'에 비유된다. 마지막으로 원료의 높은 해외수입 의존도가 원자력발전이 지속가능하지 않은 근거로써 제시되었다. 국내에서 사용되는 우라늄 전량이 수입에만 의존하고 있는만큼, 해외의 각종 위기에 민감하게 영향을 받을 수 밖에 없다는 것이다. 특히 자원의 높은 해외수입 의존도는 우라늄뿐만 아니라 화석연료인 석탄과 석유, 천연가스에도 해당되는 것으로, 이전 정부의 탈원전 및 신재생에너지 육성사업의 배경으로도 제시된 바 있다.

한편 원자력에너지가 에너지 확보 경쟁 시대에 안정적인 전력공급의 역할을 다할 수 있다는 주장 또한 제기된다. 2022년 우크라이나-러시아 전쟁은 유럽의 가스위기를 초래했고, 유럽 내 탈원전과 에너지전환의 선두주자였던 독일조차 안정적 에너지 수급을 위해 석탄화력발전 사용 연장을 고민하고 있다[1]. 인접국가와 전력망이 연결된 독일조차 충분한 공급을 확보하지 못하고 있으니, 실질적으로 전력계통의 섬나라인 한국은 더욱 취약하다고 할 수 있다. 계통 섬이자 부존자원이 부족하여 2020년 기준 에너지원의 95%를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 2019년 기준 원자력에너지는 우리나라 전력생산량의 26%(발전량 비중)를 차지하고 있으며 [3], 기저 전원으로써의 역할을 하고 있다.

원자력 산업은 정부 주도하에 재도약을 목전에 두고있으나, 복합적인 갈등의 대상이 되고 있으며 원자력에너지 사용에 따른 기회요인과 해결을 요하는 위기요인이 여전히 존재한다. 현 시점에서 원자력에너지 이용간에 발생가능한 위기요인과 대응방안에 대해 검토해야 할 필요가 있으며, 본 연구에서는 에너지안보의 '4A' 개념 중 '접근성'과 '수용성'을 중심으로 위기요인과 대응방안에 대한 논의를 하고자 한다.

---

1) 서울경제, "독일, 에너지난에 탈원전 '일부 후퇴'...내년 4월까지 가동 연장", https://www.sedaily.com/NewsView/26CECXJ3LG, 2022.10.18., 접근일 : 2022.11.23

제 2 장 이론적 고찰

제 1 절 에너지안보의 개념

2.1.1 고전적 개념

에너지안보 개념의 등장은 1차 대전 당시 군의 연료공급에서 발인한다. 영국 해군은 함정들의 엔진을 증기선에서 디젤로 바꾸었고, 석유의 안정적 공급이 곧 전투력 유지에 직결되는 문제로 인식되었다. 2차 대전 이후 석유의 사용이 전기생산, 제조, 산업 등지에 이용되면서 석유의 중요성은 더 높아졌으며 유전의 확보 등 석유의 안정적인 공급의 중요성 또한 높아졌다. 자국 내에서 충분한 양의 석유를 생산하지 못하는 소비국들이 생산국들에게 의존하기 시작하였으며, 이러한 과정에서 특정 자원이나 특정 지역에 대한 에너지 공급 의존은 에너지 안보를 저해하는 것으로 인식되었다. 이후 1970년대 석유 금수조치로 인한 갑작스러운 가격변화는 에너지안보 개념으로써 '공급량의 확보'뿐만 아니라 '가격의 적절성' 또한 논의되는 결과를 낳았다. Bielecki(2002)는 에너지 안보를 "합리적인 가격들을 통한 안정적이고 적절한 에너지의 공급"이라고 정의했으며, 도현재(2003)는 "합리적인 가격에서의 에너지공급 안정성", Yergin(2006)은 "적정 가격에 에너지원의 충분한 공급이 가능한 상태"로, 국제에너지기구(International Energy Agency)는 '적정한 가격의 에너지원을 방해없이 충분히 공급가능한 상태'로 정의했다. 이처럼 고전적인 에너지안보의 개념은 에너지원의 공급측면에서 다루어졌으며, 공급량의 적정성과 가격의 합리성에 중점을 두고 논의되어져 왔다 [4, 5].

2.1.2 개념의 확장

과거의 에너지안보 위기가 공급중단의 위협과 공급자의 가격 조절 하에서 석유의 안정적인 공급을 의미했다면, 현대의 에너지안보 위기는 석

유 공급을 넘어 더 넓은 범위에서 발생가능하다. 더 나아가, 공급량과 가격뿐만 아니라 기후변화 대응, 정치적 분쟁, 발전원에 대한 지역적 반대와 같은 환경적, 정치적, 사회적 영향 등 다양한 요인이 에너지안보에 영향을 줄 수 있음이 시사되며, 에너지안보 개념이 확장되어야 한다는 필요성이 제기되었다[6, 7, 8].

에너지안보에 환경적 영향이 발생한 사례로 국제 환경규제의 강화를 들 수 있다. 1980년대부터 화석연료사용에 의한 환경오염과 구체적인 사례인 지구온난화, 오존층 파괴가 제시되면서 국제적인 환경규제의 필요성이 대두되었다 [5]. 이러한 환경규제 강화의 움직임은 1992년 리우에서 유엔기후변화협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)이 채택됨으로써 본격화되었다. 1997년 교토의정서와 2015년 파리협정에 이르기까지, 온실가스 감축을 목표로 한 협약이 체결되어 세계 각국은 화석연료 중심의 에너지산업 구조를 변화시키지 않을 수 없게 되었으며, 화석연료 사용 감소가 요구되었다. 그러나 대체에너지 개발 등 대안이 마련되지 않은 강제적인 화석연료 사용의 감소는 에너지의 생산량 감소를 초래하며, 이는 에너지의 안정적 공급을 저해함으로써 에너지안보를 훼손할 수 있다. '모든 국가가 스스로 온실가스 감축목표를 제시하고 동참한다'는 파리협정의 기치 아래 극단적인 에너지안보의 손상은 발생하지 않을 수 있지만, 해당 사례에서의 화석연료의 공급제한을 전통적인 에너지안보의 개념이었던 공급량과 가격의 측면에서 설명하기는 어렵다.

국가간 혹은 국제정치적 문제가 에너지 이용에 영향을 준 사례로 1970년대 제 1차 석유위기, 2020년 중국-호주 무역마찰로 인한 석탄수급 제한, 2022년 우크라이나-러시아 發 유럽 가스위기 등을 예시로 들 수 있다. 제 1차 석유위기 당시 아랍 산유국들은 석유 감산조치를 통해 석유가격의 폭등을 초래하였고, 소비국들에 대해 친 아랍정책을 취할것을 강요하였다 [9]. 2020년 중국과 호주간의 정치적 분쟁은 무역마찰로 확대되었으며, 이는 중국 내 석탄 수급에 영향을 주었다. 2022년 우-러 전쟁에서 비롯된 러시아에 대한 국제적인 제재와 러시아의 맞대응은 유럽 내

가스위기를 초래하였다. 한편 정치적 영향은 생산국과 소비국과의 이해관계에 의해서만 영향을 받지 않으며, 국제체제나 협약과 같은 레짐, 혹은 다자간의 이해관계에서도 발생가능하다. 원자력발전의 경우 원료나 기술의 이용은 다자간 협약인 국제비확산체제에 의해 감독되고 있으며, 해당 체제가 아닌 영역에서는 물질과 기술의 이동, 사용이 제한된다. 환경적 영향과 마찬가지로 공급량과 가격이 아닌 별도의 요인이 에너지의 수급에 영향을 주었다고 할 수 있다. 해당 사례들은 에너지 정책이 경제적 요인 뿐만 아니라 국가 안보정책과도 연관되어야 하는 근거가 된다.

사회적 영향은 에너지시스템에 대한 사회 구성원들의 거부, 즉 수용성의 저하로 나타난다 [6, 10]. 에너지시설의 건설과 운용은 사회적 구성원의 동의를 전제로 하지만, 환경오염과 사고발생에 대한 우려는 수용성을 저하시킨다. 사회 구성원의 범위는 국가 단위에서 지역 단위까지 존재할 수 있다. 국가 단위의 수용성 저하는 국제협약의 변화나 사고에서 비롯될 수 있다. 세계적인 환경규제 강화는 화석연료 발전시설에 대한 국가적 거부감을 초래했으며, TMI, 체르노빌, 후쿠시마의 원자력발전소 사고는 사고 발생시 마다 세계 각국이 원자력 정책을 재검토하는 계기가 되었다. 님비로 대표되는 지역 단위의 수용성 저하는 더욱 심각하여, 국가 단위의 수용성이 좋은 발전원이더라도 시설의 건설이 지역의 반대에 부딪히는 경우가 발생한다. 대체로 친환경적이라는 재생에너지 시설(풍력, 태양열 등) 조차 지역의 반대에 자유롭지 못하다.

위와 같은 예시들은 에너지의 충분한 이용을 제한하는 것으로 볼 수 있으나, 에너지안보의 고전적 개념인 '공급량'과 '가격' 측면만으로는 해당 예시들을 반영하지 못한다. 이에 따라 환경적, 정치적, 사회적 요인 등을 반영할 수 있도록, 에너지안보의 개념이 더욱 확장되어야 한다는 필요성이 제기되었다.

2.1.3 '4As'의 개념

이러한 맥락에서, Asia Pacific Energy Research Centre(APERC, 2007)가 제시한 '4As'는 전통적 에너지안보의 개념을 확장한 틀로써 제시되었다. '4As'는 에너지의 공급량과 가격 측면뿐만 아니라 에너지안보에 영향을 미치는 환경적, 사회적 요소를 반영하였으며, 각각 Availability(이용가능성), Affordability(가격적절성), Accessibility(접근성), 그리고 Acceptability(수용성)을 의미한다 [11].

첫째, 이용가능성(availability)은 '에너지원을 물리적으로 이용가능한가'에 대한 사항이다. 에너지자원의 매장량, 국내 부존자원의 여부, 해외수입 의존도(자급정도) 등이 이용가능성을 결정하는 요인에 해당한다. 에너지에 대한 물리적인 가용성, 즉 공급안보(Security of supply)는 초기 에너지안보와 동의어로 여겨져 왔으며, 에너지안보의 개념으로써 가장 오랫동안 논의되어져 왔다. 초기 에너지안보의 정의는 주로 석유의 공급 안정성 유지에 초점을 두었으며, 이는 석유의 지질학적 편재성과 세계 에너지 공급에서의 높은 점유율에 기인한다. 이후 에너지안보는 석유 뿐만 아니라 전체적인 에너지시스템에서의 공급위기가 발생하는 것을 막고, 위기 발생의 영향을 최소화 하는 것을 목표로 하였다 [10]. APERC(2007)는 이용가능성을 에너지자원의 절대적인 가용성, 즉 매장량으로써 판단하였으며, Kruyt et al.(2009) 또한 에너지자원이 본질적으로 유한함을 근거로하여 '지질학적 존재성'인 매장량을 에너지안보의 가장 지배적인 요소로 판단하였다 [12]. Jingzheng et al.(2014)는 이용가능성의 하위개념으로써 공급의 안정성과 자원의 자급 정도, 해외 수입의존도 등을 제시하였다 [13].

가격적절성(affordability)은 '에너지원이 구매 가능 할 정도로 적절한 가격인가'에 대한 사항이며, 에너지의 이용에 영향을 주는 경제적 충격을 반영한다. 생산 및 발전비용, 자원의 거래가격, 시장의 안정성 등이 가격적절성을 결정하는 요인에 해당한다. 가격적절성은 이용가능성과 함께 고전적인 에너지안보 개념으로써 논의되어왔다. APERC(2007)는 가격적절성을 공급위기 및 지정학적 문제와 구분할 수 있다고 제안하였으며,

에너지원의 공급가격보다는 에너지원의 생산과 개발에 투자되는 비용에 초점을 두었다. 한편 Jingzheng et al.(2014)은 가격적절성의 하위 지표로써 에너지시장의 안정성과 시장위험에 대한 회복력, 시장 유동성과 같은 에너지원의 공급가격을 포함시켰으며, 가정과 산업의 에너지가격에 영향을 주는 요인들이 해당된다고 주장했다.

접근성(accessibility)은 '에너지원의 사용이 실제로 가능한가'에 대한 사항이며, 지정학적 및 국제정치적 영향, 국내 에너지시스템의 가동성 및 내구성과 연관된다. 국제적 레짐, 생산국과의 정치적 관계, 국내 에너지 시스템의 견고성(인적자원, 기반시설의 보안) 등이 접근성을 결정하는 요인에 해당한다. 본 논문에서 'accessibility'의 번역으로써 '접근성'을 사용한 배경에 대해서 짚고 넘어가고자 한다. '4As'의 요인들을 영어가 아닌 한글 번역으로 제시했을 때, 충분한 개념 설명 없이는 '이용가능성(availability)'과 '접근성(accessibility)'의 의미에 혼동이 발생할 수 있을 것이라 생각된다. 'Availability'는 자원에 대한 물리적인 이용가능성을 의미하며, 'accessibility'는 자원에 대한 물리적인 이용가능성 외에 해당하는 지정학적 및 기반 시스템의 영향에 의한 이용가능성을 의미한다. 기존의 '4As' 개념을 사용한 연구들을 바탕으로, 다른 요인들과 달리 유독 'accessibility'에 대한 논의가 다양함을 알 수 있었다. 가령 처음 'accessibility'를 제시한 APERC는 해당 용어를 '자원에 접근할 수 있는 능력'(the ability to access resources)로 정의했으며, 경제적・정치적 요인이나 기술력과 같이 에너지에 대한 접근을 제한할 수 있는 장벽이 존재한다고 말했다. 한편 Kruyt et al.(2009)는 'accessibility'를 자원에 접근하는 과정에서 받는 지정학적 영향으로 정의했으며, Jingzheng et al.(2014)는 지정학적 요인 및 에너지시스템의 견고성・탄력성으로 정의했다. 국내에서는 장용철 외.(2014)가 Kruyt et al.(2009)의 정의를 차용하여 'accessibility'를 '접근성'으로 직역하고 '각 요소에 따른 자원에 대한 접근'으로 정의했으며 지정학적 문제를 대변한다고 했다. 이는 '자원에 대한 접근성에 영향을 미치는 각종 요인'으로 해석한 것으로 판단된다. 이상의 연구들이 'accessibility'를 전반적으로 자원과 관련된 지정학적 요

인 및 에너지시스템의 구조를 다루는 개념으로 활용한 반면, 해당 개념의 부적절성에 대해 논한 연구도 존재했다. Lixia Yao et al.(2014)는 중국의 에너지안보 평가지표로써 '4As'를 사용했으나, 'accessibility' 대신 'applicability', 즉 '기술의 적용가능성'을 사용했다. 또한 기존의 'accessibility'의 요소에 해당하는 국제관계나 에너지 정책 및 규정은 에너지안보 개념의 문제가 아니며, 에너지 안보를 달성하기 위한 수단이나 도구에 불과하다고 주장했다. 이처럼 'accessibility'에 대한 다양한 논점이 존재하지만, 에너지안보를 평가하는 지표로써 정치적, 국제관계적 요인은 포함되어야 한다고 생각하는 바이다. Chevaler(2005)는 유럽의 에너지안보 위기 발생요인 중 하나로 교역국과의 불안정한 정치 및 사회적 상태가 해당된다고 보았으며, 정치적 긴장에 의해 공급 중단이 발생한다고 보았다 [13]. 또한 Vivoda(2010)는 에너지안보 정책이 교토의정서와 같은 국제정책 및 레짐에 전념하는지를 판단해야 한다고 주장했다 [6]. 특히 원자력에너지의 경우 원료나 기술의 이동 자체가 국제규범에 의해 민감하게 감독되는 것을 고려했을 때, 원자력의 에너지안보를 평가하는 지표에 '지정학적 요인'이 반영되어야한다고 판단했다. 따라서 본 논문에서는 에너지원과 관련한 지정학적 요인을 반영하기 위해 'accessibility'를 '4As'에 포함하였으며, APERC(2007), Kruyt et al.(2009), Jingzheng et al.(2014)의 연구에 기반하여 '접근성'과 '실현성' 두 가지 한글 표현을 도출했다. 세 연구에서 제시한 'Accessibilty'의 요소들은 지정학적(생산국과 소비국의 정치적 관계), 국제정치적 요인(국제 레짐), 에너지시스템의 가동성 및 내구성(인적자원, 기반시설의 보안)이다. 즉 '에너지원을 실제로 활용할수 있는가'에 대한 요인이며, 해당 요소들을 고려했을 때 의역인 '실현성'이 더 적절할 것이라 생각하였다. 그러나 'accessibility'를 '실현성'으로 표현 했을때의 의미 혼란이 가중될 것을 고려하여 최종적으로 '접근성'을 채택하였다. 다만 '실현성'이 해당 요인을 더 잘 설명할 수 있음을 고려하여 해당 용어 또한 소개하는 바이다.

수용성(acceptability)은 '에너지의 생산과 사용이 사회구성원에게 수용가능한가'에 대한 사항이다. 에너지의 생산과 사용이 환경적으로 유해한

물질을 생산하거나, 사회적으로 반발을 일으키는 사례는 수용성을 저해하는 사례에 해당한다. 모든 에너지의 사용은 의도적이지 않은 환경 위해요소를 발생시킨다. 특히나 과거 사용되던 에너지자원의 대부분을 차지하던 화석연료에서 비롯된 기후위기는 초국가적인 대응을 요구했고, '에너지원이 환경적으로 수용가능할 것'에 대한 요구가 증가하였다. 이러한 맥락에서 APERC(2007)는 수용성을 '환경적 측면에서의 수용성'으로 판단했다. 한편, Jingzheng et al. (2014)는 수용성에 환경적 요인 뿐만 아니라 에너지시스템에 대한 대중의 태도와 인식과 같은 사회적 측면도 반영하였다. 발전소에 대한 지역의 님비현상은 에너지의 생산과 사용과정에서 사회적 수용성의 중요성을 여실히 보여준다.

'4As'에 해당하는 네 가지 요인들은 구분되어있으나 독립적인 것은 아니며, 상호 연관되어있다. 하나의 사건이 여러 요인들에 긍정적 영향을 주는 경우도 존재하며, 한 요인에 긍정적 영향을 주는 반면 동시에 다른 요인에는 악영향을 주는 경우도 존재한다. 가령, 시스템의 비용 감소, 가격안정과 같은 경제성의 개선은 일차적으로 '가격적절성'에 긍정적 영향을 주며, '접근성'과 '수용성'에도 긍정적 영향을 줄 수 있다, 재생에너지의 개발은 해외 에너지수입의존도가 높은 국가의 의존도를 낮춤으로써 '이용가능성'을 개선 할 수 있고 온실가스 배출을 줄임으로써 환경적 수용성을 제고하여 '수용성'을 개선할 수 있는 반면, 기술의 부족으로 인하여 단기적으로 '가격적절성'이 훼손될 수 있다 [13].

APERC(2007)는 '4As'라는 에너지안보의 평가지표를 구분하기 위한 하나의 틀(framework)을 제안한 것이며, 이외에도 에너지안보의 평가지표를 제시한 연구들은 다양하게 존재한다. Kruyt et al.(2009)은 에너지안보의 평가지표로써 자원매장량, 수입의존도, 정치적 안정, 에너지 가격 등 10가지를 제시하였으며, Paravantis et al.(2020)은 물리적이용가능성, 가격적절성, 사회적 접근성, 환경적 영향, 기술 발전 등 7가지 지표를 제안하였다. Vivoda(2010)는 에너지공급, 수요관리, 환경적 영향, 군사적 보안, 국제적 관계 등 11가지의 지표를 제시했으며, Chester(2010)는 4As와 유사한 이용가능성, 가격적절성, 적합성, 지속가능성 이라는 4가지 지표

를 제시했다 [6, 12, 15, 16]. 다양한 안보지표에도 불구하고 본 논문에서 ‘4As’ 개념을 차용한 이유는, ‘원자력에너지’라는 단일 에너지원에 대한 에너지안보의 위기요인을 평가하기에 가장 적합했기 때문이다. APERC(2007)의 보고서는 석유, 천연가스, 석탄, 원자력 각각의 단일 에너지원의 안보에 영향을 주는 위기들을 분석하였고, 여타 에너지안보 지표가 전체 에너지시스템에서의 안보를 다루고 있기에, 단일 에너지원의 안보를 논하기에는 ‘4As’개념이 가장 적절하다고 판단했다. 또한 전체 에너지시스템에서의 에너지안보지표를 다룬 Jingzheng et al.(2014)의 지표를 단일에너지원에 적용하는 과정에서 일부 하위 요소를 제외하였다.

제 2 절 ‘4As’ 관점에서의 원자력

‘4As’의 관점에서, 국내 원자력에너지 이용 시 발생가능한 위기요인들을 다음과 같이 정리할 수 있다.

이용가능성의 요인은 에너지자원의 매장량, 국내 부존자원의 여부, 해외수입 의존도(자급도)등이 해당하며, 원자력에너지의 경우 원료(우라늄) 및 공정(농축, 변환)의 공급안정성이 논의될 수 있다. 부존자원이 부족한 우리나라의 경우 전반적인 에너지자원에 대한 이용가능성이 대단히 취약하다고 할 수 있다. 산업통상자원부의 제3차 에너지기본계획에 따르면 ‘17년 기준 에너지 수입의존도는 94%에 달한다. 국내 부존자원이 없으니 자원을 해외수입에 의존하는 것이 기본전제가 되고, 공급선 다변화와 자원개발협력, 장기계약 등으로 공급의 불안정성을 해소하는 것이 에너지안보를 확보하기 위한 일반적인 대응방안으로써 제시되었다. 원료를 수입할 필요가 없는 재생에너지 산업이 차세대 에너지원으로써 대두된 것 또한 이러한 대응방안의 일환이라고 볼 수 있다. 원자력에너지도 원료의 수입과 공정 전반에 걸쳐 높은 해외 수입의존도를 보이고 있으며, 핵연료주기에서 국산화에 성공한 것은 성형가공 단계에 불과하다. 핵연료주기의 첫 번째 단계인 채광(mining)은 우라늄광에서 우라늄을 채굴하는

과정이며, 낮은 경제성을 이유로 국내에서 가행중인 우라늄 광산은 전무한 상황이다. 두 번째 단계인 정련(miling)은 채굴한 우라늄의 불순물을 제거하여 'yellow cake'로 불리는 우라늄정광을 제조하는 과정이다. 국내 발전소에서 사용되는 천연우라늄은 전량 해외에서 수입하고 있으며, 캐나다와 카자흐스탄 등지로부터 정광의 형태로 수입되고 있다[2]. 세 번째 단계인 변환(conversion)은 우라늄정광에 함유되어 있는 불순물을 제거하여 핵연료로 사용하기 적합하도록 화학처리를 하는 과정이다. 모든 변환 역무는 캐나다의 Cameco社, 프랑스의 Areva社, 미국의 Westing house社, ConverDyn社 등의 해외로부터 제공받고 있다. 네 번째 단계인 농축(enrichment)은 우라늄에 포함된 U-235의 비율을 높이는 과정이다. 앞선 핵연료주기와 마찬가지로, 전량 해외수입에 의존하고 있으며 농축 우라늄의 형태로 수입하거나, 농축 역무를 의뢰하는 방식으로 진행되고 있다. 특히 농축시설은 국가의 의도에 따라 핵무기의 원료제작에 사용될 수 있기 때문에 미국, 중국, 러시아, 프랑스 등 일부 국가에 한해서 운영중이다. 일본, 인도, 북한, 이란 등 농축시설을 보유하고 있는 국가는 더 있지만 상업적으로 시장에 미치는 영향은 미비하다 [17]. 선행핵연료주기의 마지막 단계인 성형가공(fabrication)은 농축된 우라늄을 가공하여 핵연료 필렛, 봉, 집합체의 형태로 만드는 과정이다. 한전원자력연료에서 공정이 진행되고 있으며 국산화에 성공한 유일한 단계이다. 이처럼 원료의 수입과 공정의 대부분을 해외에 의존하고있는 만큼, 원자력에너지의 이용가능성은 취약하다고 볼 수 있다.

가격적절성 측면에서는 원자력에너지의 발전비용과 원자재(우라늄)의 가격 변화 전망을 논의 할 수 있다. 원자력 발전비용은 직접비용과 외부비용으로 구분할 수 있다. 직접비용의 세부항목은 건설비, 운전유지비, 연료비가 있으며 발전원가에 해당한다. 외부비용은 입지갈등비용, 사고위험비용, 안전규제비용, 정책비용, 미래세대비용으로 구분가능하다 [18]. 외부비용을 더 세분화하여, 시설의 안전과 관련한 비용인 '기술적 외부비용'(사고위험비용, 안전규제비용)과 사회적 합의에 필요한 비용인 '사회적

2) 한국자원정보서비스, 우라늄 수출입 실적. 2022.

외부비용'(입지갈등비용, 정책비용, 미래세대비용)으로 구분할 수 있을 것이다. 일반적으로 원자력발전의 직접비용은 타 발전원에 비해 낮은 것으로 판단되며, 대체로 정량적인 평가가 가능하다. 반면 외부비용, 특히 사회적 외부비용의 인정범위와 한계에 대한 근거는 다양하게 존재하며, 원자력발전비용을 평가함에 있어서 많은 논란을 야기하여 규제수준에 대한 논의가 필요하다.

접근성 측면에서는 한반도의 안보상황과 원자력의 핵무기 전용(轉用) 가능성에서 비롯되는 국제정치적 견제, 원료의 공급간 국제 레짐의 감독, 국내 원자력 전문 인력 부족, 원자력시설에 대한 보안과 같은 사항을 논의 할 수 있다. 우라늄의 수입은 수입국과의 관계 및 국제관계에 의해 영향을 받을 수 있다. 실현되지는 않았지만, 우크라이나-러시아 전쟁에서 러시아에 대한 미국의 경제제재 일환으로 러시아 산 우라늄의 수입이 제한될 뻔한 사례가 있었다. 러시아산 우라늄의 수입량이 적지 않은 우리나라로써는 원자력에너지의 안보가 심히 저해된 상황이라고 볼 수 있다. 1차 석유파동과 같이, 에너지원의 이동에 대해 정치적 이해관계가 개입하는 것은 생소한 상황이 아니다. 특히 원자력에너지는 원료나 기술의 이동이 화석연료처럼 단순히 소비국과 생산국과의 정치적 이해관계에서 그치지 않고 국제적인 레짐에 의해 감독받는 사항이다. 이러한 차이점은 에너지원으로써도, 무기자원으로써도 사용가능한 원자력의 양면성에서 비롯되며, '핵확산'이 원자력에너지가 갖는 정치적 불안요인의 가장 대표적인 형태라고 할 수 있다. 결국 원자력에너지 이용시 핵확산가능성이 존재하는 경우 접근성 측면의 위기요인이 발생하는 것으로 볼 수 있다. 핵확산에 저항하기 위한 국제적 노력의 일환으로 핵비확산체제가 구축되었으며, 대표적으로 핵무기 비확산 조약(NPT, Nuclear Non-Proliferation Treaty)이 핵무기의 제조, 이전 및 지원을 금지하고 있고 집행기구인 IAEA가 안전조치(Safeguards)를 통해 당사국의 의무이행을 감독하고 있다. 또한 원자력공급국그룹(NSG, Nuclear Suppliers Group)과 쟁거위원회(ZC, Zangger Committee)와 같은 원자력 수출 통제기구가 핵무기의 개발과 제조에 필요한 핵물질, 시설, 기술 등의 이동

을 통제하고 있으며, 원자력시설에 대한 보안을 위한 핵물질 방호협약도 존재한다[19]. 한국은 1975년 NPT가입을 시작으로 IAEA 안전조치 협정, 핵물질 방호, 원자력수출통제에 대한 각각의 협약에 동참하여 핵비확산 체제에 협력하고 있다.

수용성 측면에서는 사용후핵연료 처리방안의 확보, 원자력 시설의 안전에 대한 신뢰 제고가 논의 될 수 있다. 먼저 환경적 수용성 측면에서, APERC(2007)는 원자력에너지가 다른 연료에 비해 온실가스를 적게 배출하지만, 토양과 수자원 오염, 방사능 위험과 같은 부정적인 환경영향을 가진 것으로 보았다. 특히 원자력에너지의 환경적 수용성을 저해하는 것으로 논의되는 것은 사용후핵연료의 발생이다. 이전 정부의 탈원전 정책의 추진 근거로써 제시된 바 있듯이, 사용후핵연료 처리방안이 마련되지 않은 채 원자력발전의 확대를 주장하는 것은 설득력있게 다가갈 수 없다. 다음으로, 원자력에너지의 환경적 수용성뿐만 아니라 사회적 수용성 저하 문제 또한 논의될 필요가 있다. 후쿠시마 원전사고 및 경주 지진 등의 여파로 인해 원자력시설의 사고가능성에 대한 국민들의 우려가 심화되었고, 이는 원자력시설에 대한 국가적 거부감의 확산으로 이어졌다. 뿐만 아니라 환경적 수용성 증진을 위한 대응방안이라고 할 수 있는 사용후핵연료 영구처분장 건설은 지역의 반대와 같은 사회적 마찰에 직면하는 등 원자력에너지의 수용성 문제를 더욱 복잡하게 만들고 있다.

본 연구에서는 원자력에너지의 접근성과 수용성 측면에서의 위기요인과 대응방안을 중점으로 연구하고자 한다. 원료의 공급과 발전비용이라는 원자력에너지의 이용가능성 및 가격적절성 측면은 대체로 정량적인 평가가 가능하다. 이에 반해, 한반도의 군사적 긴장이 고조됨에 따라 국내 핵무장 여론의 대두와 같이 원자력에너지 이용 시 정치적 위기요인이 발생할 가능성이 증가하여 접근성 위기의 수위가 급격하게 변동하고 있다. 또한 이전 정부에서 탈원전의 배경으로 제시한 바와 같이, 사용후핵연료 처분 문제 및 시설의 수용성 저하 문제와 같은 수용성 위기가 첨예한 논쟁거리가 되고 있다. 따라서 원자력에너지의 접근성과 수용성 측면에 대한 검토가 우선시되어야 할 것으로 판단하였다.

제 3 장 접근성

제 1 절 위기요인

접근성의 위기요인은 에너지자원의 전략적 중요성과 지역적 편재에서 비롯된다. 부존자원의 편재가 생산국과 소비국간의 비대칭적인 의존관계를 형성하며, 해당 관계에서 권력관계가 형성된다 [12]. 자원의 이동과정에 공급량과 가격 같은 시장논리 뿐만 아니라 정치적 요인이 개입하게 되는 것이다. 1970년대 1차 석유위기 당시 OPEC 국가들이 석유감산조치를 취하였으며, 수요국들에게 친 아랍정책을 강요한 바 있다. 2020년 호주와 중국의 정치적 분쟁은 무역마찰을 초래하였고, 중국 내 에너지(석탄)의 수급에 영향을 주었다. 러시아는 구소련 지역의 독립국가들 뿐만 아니라 유럽지역에 대한 에너지 공급 단절을 빌미로, 에너지 자원의 무기화를 통해 권력을 행사해왔다. 최근 우크라이나-러시아 전쟁 發 유럽 내 가스 위기는 정치적 목적에서의 자원의 무기화가 갖는 파급력과 위험성을 여실히 보여주었다.

한편 자원에 대한 생산국과 소비국간의 정치적 이해관계뿐만 아니라 국제규범에 의한 감독과 개입 또한 에너지안보의 '접근성'에 영향을 줄 수 있으며, 원자력에너지를 대표적인 예로 들 수 있다. 원자력에너지는 에너지원으로써도, 무기자원으로써도 사용 될 수 있는 양면성과 기술이 갖는 위험의 특성으로 인하여 다양한 국내외적 정치적 이슈를 동반한다. 국외적으로는 핵확산가능성을 차단하고자 하는 국제레짐과 주변국과의 관계로부터 영향을 받고, 이는 원자력에너지의 '접근성'에 영향을 주는 요인이라고 할 수 있다. 실질적으로, 사용후핵연료 재처리와 같은 국내 원자력정책의 방향은 국제레짐인 NPT와 사실상 국제 핵정책의 주도국이라 할 수 있는 미국의 원자력정책 노선에 깊게 의존하고 있다 [20]. 1950년대 미국은 '평화를 위한 원자력'이라는 기치 아래 전 세계의 원자

력에너지 이용을 주도하였고, 전후 한국의 초창기 원전산업 또한 미국의 원자력 정책 영향하에 있을 수밖에 없었다. 특히 해당 영향력은 '핵 비확산'의 영역에서 더욱 두드러지며, 미국은 한국에 대해서 핵확산가능성을 높일 수 있는 재처리와 농축시설의 도입에 대해 지속적으로 부정적입장을 견지하고 있다 [21].

이처럼 원자력에너지의 접근성 위해요인, 즉 정치적 논란은 원자력의 무기화될 수도 있는 이중용도적 성격에 기반한다. 결국 국가의 핵확산가능성이 존재할 때 원자력에너지의 접근성이 훼손되는 것이라 할 수 있다. 이러한 관점에서, 핵연료주기에서 핵확산위험이 존재하는 구간은 핵연료(우라늄) 수입과정, 사용후핵연료 재처리과정이 해당하며, 핵무장에 대한 의지 표명 시에도 위험이 존재한다.

핵연료의 수입과 사용후핵연료 재처리는 무기로써 사용될 수 있는 우라늄과 플루토늄의 이동과 직접적으로 연결되었다는 점에서 핵확산가능성이 존재하는 것으로 볼 수 있다. 특히 사용후핵연료 재처리는 국내 핵연료주기를 완성함으로써 원자력산업이 지속가능하게하는 방안이 될 수 있으나, 기술적 및 정치적 문제와 맞물려 현재까지도 실용되지 못하고 있다. 재처리 방법 중 습식공정은 습식공정인 PUREX (Plutonium Recovery by EXtraction)는 상용화된 공정이며, 사용후핵연료에 함유된 플루토늄과 우라늄을 회수하여 재활용하는 방법이다. 그러나 플루토늄을 직접적으로 추출함에 따라, 핵무기 활용과 같은 군사적 사용의도가 있는 것으로 의심될 여지가 있어 프랑스, 영국, 일본 등 일부 국가에서만 사용되고 있으며, 한국은 한미 원자력협정에 의해 금지되어있다. 파이로프로세싱으로 대표되는 건식공정은 플루토늄 회수가 불가능하여 핵무기 활용 여지가 적기 때문에 군사적 사용의도에 대한 의심 없이 재처리를 할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 2015년 한미 원자력협정의 개정으로 건식재처리 공정에 대해서 제한적이나마 연구가 진행중이지만, 아직 파이로프로세싱의 핵확산저항성과 상용화에는 더 많은 검토가 필요한 상태다.

한편 핵연료의 수입이나 사용후핵연료 재처리 과정 중 존재하는 접근성 위험뿐만 아니라 핵무장에 대한 의지 표명으로부터도 접근성 위험이

발생가능하다. 국가의 핵확산 결정은 세 가지 요인(기술, 재정, 안보문제로 인한 정치적 동기)에 의해 유발될 수 있다 [22]. 이때 핵확산을 결정하는 가장 근본적인 요인은 해당 국가의 핵무장에 대한 정치적 동기이며, 기술적 숙달과 재정적 지원은 핵확산의 필요조건이다. 핵연료 수입과 사용후핵연료 재처리는 기술적인 요인에 해당하며, 해당 단계에서 실질적인 핵확산이 전개되는 것은 근본적인 요인인 국가의 핵무장 의지에 따라 좌우된다. 결국 한국의 비확산 입장이 고수되는 동안에는 핵연료주기에서의 확산가능성을 배제 가능하다고 볼 수 있어 접근성 위기 또한 미약하다고 할 수 있다. 그러나 최근 한국이 처한 군사안보적 상황은 국내 핵무장 여론을 형성하고 있다. 2022년, 북한은 9월부터 10월까지 15발의 미사일을 9차례에 걸쳐 발사했으며, 4차례에 걸쳐 NLL 해상완충구역에 포병사격을 자행했다. 이처럼 잦은 북한의 무력행사와 맞물려, 2017년 6차 핵실험 이후 5년 여만에 핵실험이 재개될 것이란 우려도 나오는 상황이다. 국내에서는 북한의 무력행사에 대해 자체적인 핵무장과 전술핵 재배치 여론이 부상하고 있으며, 대통령실은 이에 대해 NPT 준수 원칙을 고수하면서도 전술핵 재배치에 대해 '한미 조야의 여러 의견을 듣고 있다'고 말했다.[3] 과거 북한의 핵실험 직후 국내 보수 언론 및 보수 정치인들에 의해 '자체 핵무장론'은 꾸준히 제기되어왔으며, 국민 여론 또한 과반수 이상이 핵무장에 찬성하는 것으로 확인되어왔다 [23, 24, 25, 26]. 하지만 대통령실에서도 다양한 옵션을 경청하겠다고 한 것은 이례적이다. 이렇듯 한반도의 안보상황은 군사적 위기를 초래하며, 핵무장이 논쟁의 쟁점이 되도록 한다. 북한의 무력도발이 직접적으로 한국 원자력산업의 위기를 초래하지는 않지만, 무력도발에 대응하여 '핵무장'으로 비화된 여론은 원자력에너지의 접근성 위기를 초래 할 수 있다. 부존자원이 부족하고 높은 대외 에너지 의존도를 가진 우리나라로서는 자원 및 에너지 시장에 대한 안정적인 접근이 필수적이다 [23]. 그러나 국가의 핵무장 의

3) 동아일보,"'핵에는 핵' 전술핵 재배치론 부상...비핵화 고수하는 美 는 부정적", https://n.news.naver.com/mnews/article/020/0003455701?sid=100, 2022.10.12., 접근일 : 2022.10.12

도는 상술했듯 핵확산의 '정치적 동기'에 해당하며, 자체 핵무장 여론은 한국의 '평화적 원자력 이용국'이라는 평판을 저해하여 핵비확산규범 준수국이라는 이미지를 훼손할 수 있다. 또한 사용후핵연료 재처리 등 원자력의 평화적 이용에 대한 의도까지 의심받을 수 있다. 단적으로 북한 핵실험 및 도발에 대한 한국 핵무장 여론에 대해 국제사회, 특히 미국은 비관적 입장을 고수하고 있으며, 한국의 핵무장이 현실화되었을 때 발생하는 제재 및 피해는 비단 원자력산업에만 국한되지 않을 것이다.

제 2 절 대응방안

첫째, 국내 핵무장 여론에 대한 경계가 필요하며 정부차원의 비확산 의지 표명이 필요하다. 접근성의 위기요인은 국가의 핵확산가능성이 존재할 때 발생가능하다. 핵확산을 결정하는 가장 근본적인 요인이 정치적 동기임을 고려할 때, '북한의 핵실험과 미사일 도발에 대해 한국도 핵무장을 해야한다'는 주장은 정치적 동기로써 해석될 수 있는 위험이 있다. 특히나 한국은 기술력과 재정 측면에서, 이미 핵무기 제조에 충분한 조건을 갖고 있는 것으로 평가된다 [24, 27]. 그나마 민간 원자력 기술과 핵물질이 핵무기로 전용되는 것을 차단하는 장치라고 할 수 있는 국제 비확산체제가 존재하고, 한국이 해당 체제에 협력하고 있기에 접근성 위기요인이 심화되지 않고 있다. 이러한 상황에서 한국의 핵무장에 대한 의도가 표현되면 접근성 위기가 발생할 것은 명확하다. 국내 핵무장에 대한 국민의 찬성여론은 높은 편이며, 이미 외신에서는 한국의 여론이 일반적으로 핵무장에 찬성하는 편이라고 평가받고 있다 [28]. 정부차원에서의 비확산에 대한 확고한 의지 표명이 필요한 시점이다. 또한 의지 표명과 더하여 자체 핵무장에 대한 환상이 확산되지 않도록 경계해야한다. 기존의 핵무장론은 핵무장의 효용을 과신하고, 주장이 현실화 되었을 때 초래될 기회비용에 대해서는 평가절하하는 경향이 있다. 자체 핵무장의 결과로 비롯되는 국제사회의 제재, 특히 미국으로부터의 제재는 치명적이며, 핵개발 자체만으로도 핵무기 자체 개발 및 기반시설, 시스템 개발

과 같은 대규모 초기투자가 불가피한 등 경제적 손실이 발생한다 [29]. 이미 핵무장을 시도한 선례들이 한국의 핵무장으로 인해 발생가능한 손실을 암시하고 있다. 이란과 북한처럼 핵개발에 적극적인 의도를 보이는 국가들에 대한 강도높은 고립이 가해지고 있으며, NPT에 참가하지 않은 '사실상 핵국'으로 여겨지는 인도, 파키스탄, 이스라엘은 국제시장에서 원자력과 전략물자 수출입을 배제당하는 불이익을 받고 있다 [23]. 대외 에너지의존도 뿐만 아니라 경제의존도 또한 높은 한국으로써는 해당 제재가 더욱 치명적일것으로 예상할 수 있다. 한편 핵무장으로 발생하는 국제 제재 및 경제적 피해에 대한 정보를 제공하는 것 외에도, 외교적 노력이 핵무장에 대한 찬성여론을 개선할 수 있을것으로 기대된다. 강력한 동맹국의 신뢰할 수 있는 안보보장이 핵무장에 대한 욕구를 무효화할수 있다는 결과와, 미국의 방위공약이 한국의 핵무장의 대체재로 인식되는 경향이 확인된다 [22, 28]. 즉 미국의 안보보장이 지속될 것이라는 인식을 홍보할 필요가 있으며, 한미 외교적 노력이 수반되어야 한다.

둘째, IAEA 안전조치와 같은 사찰에 적극적으로 임하여 투명성을 확보하는 등 국제 핵비확산레짐에 동참하고, 더 나아가 선도국가로서의 역할을 수행해야한다. 레짐에서 기술력과 위상을 인정받지 못하는 규제대상국으로서는 국가 원자력 정책의 방향과 실현성이 악영향을 받을 수 있다. 1970년대 한일 양국의 사용후핵연료 재처리 기술개발 사례에서, 규제대상국과 선도국가로서의 위상 차이에 대한 교훈을 배울 수 있다. 양국은 비슷한 시기에 사용후핵연료 재처리 기술개발에 착수했으나, 일본은 재처리시설을 확보하고 한국은 기술개발을 포기하는 정반대의 정책결과를 낳았다. 이러한 상반된 정책결과의 이유 중 하나로, 한국과 일본의 위상 차이가 지적된다 [30]. 70년대 한국이 국제 핵비확산 레짐의 규제대상국이었던 반면, 일본은 이미 기술력과 지위를 인정받아 선도국가로서 행위하고 있었다. 당시 핵비확산 레짐의 주도국이라고 할 수 있던 미국의 입장에서, 일본은 레짐의 형성과 유지에 기여하는 국가였으나 한국은 핵비확산을 위해 규제해야 하는 대상국이었던 것이다. 한편 레짐에 대한 동참 뿐만아니라 기술력 확보 또한 중요하다. 50년대 일본의 원자력산업

초기, 재무장에 대한 의도를 의심받으면서도 일본 정부는 원자력 산업 육성의 필요성을 인식하였다. 당시 일본 정치인들은 원자력의 이중적 용도를 이해하고 있었으며, 기술의 발전이 단순히 에너지의 공급만을 충족하는 것이 아닌 무기로서의 사용가능성도 내재하고 있음을 염두에 두었다. 핵무기를 가지고 있지 않더라도 기술의 진보가 잠재적 핵무장 가능성을 높임으로써 국제적 군축이나 핵실험 금지 문제에 있어서 자국의 발언권을 높일 수 있을것이라 판단하였고, 결과적으로 70년대 한일 양국의 원자력정책에 있어서 상반된 결과를 초래하였다. [31] 이렇듯 국제레짐에 적극적으로 동참함으로써 한국의 핵 비확산 노력을 국제사회에 인식시키고, 기술력을 인정받아 선도국가로서의 역할을 수행할 때 원자력산업의 접근성 위기요인이 제거 될 수 있을 것이다.

제 4 장 수용성

제 1 절 위기요인

수용성의 위기는 에너지의 생산과 사용과정에서 발생하는 의도치 않은 환경적 위해요소나, 사회적 거부에 의해 유발될 수 있다. 원자력에너지의 수용성을 저해하는 요인은 환경적 측면과 사회적 측면으로 구분할 수 있다.

환경적 측면에서, 해당 에너지시스템이 지속가능하지 않다면 환경적으로 수용이 어려운 것으로 볼 수 있다. 유엔환경계획(UNEP)는 '지속가능성'을 기후변화에 대응가능하고 다른 환경목표에 무해하며 사회적으로 수용성이 있는 것으로 정의했다. 국내에서도 기후변화대응을 위한 지속가능한 발전을 위해 '저탄소 녹색성장 기본법', '지속가능 발전법'과 같은 법령을 제정했으며, 지속가능성을 '현재세대의 필요성을 충족시키기 위해 미래세대가 사용할 경제, 사회, 환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 서로 조화와 균형을 이루는 것'으로 정의하고 있다. 해당 정의에 따르면 사용후핵연료는 원자력 발전의 지속가능성을 저해하는 요소에 해당한다. 원자력에너지는 화석연료(석탄, 석유, 천연가스)에 비해 온실가스 배출이 적다고 평가받고 있으나, 사용후핵연료라는 수용이 어려운 부산물을 발생시킨다. 2022년 산업통상자원부에서 발표한 '제2차 고준위 방사성폐기물 관리 기본계획'에 따르면, '31년 한빛 원전을 시작으로 사용후핵연료 저장시설의 순차적인 포화가 전망된다. 그러나 2022년까지도 사용후핵연료 영구처분을 위한 고준위방사성폐기물 처분장을 위한 부지선정은 아직도 초기단계에 머무르고 있다. 동 계획에서 부지선정절차 착수 이후 37년내에 영구처분시설 확보를 목표로 하고 있는 바, 고준위 방폐장 건설은 시급한 과제다. 또한 사용후핵연료의 발생은 원자력산업을 환경적으로 지속가능하지 않게 만들뿐만 아니라, 사회적

수용성에도 영향을 준다. 2019년 한국원자력학회 의뢰 하 엠브레인에서 실시된 설문에 따르면, 원자력 발전의 단점으로 '사용후핵연료 등 방사성 폐기물 관리의 어려움'에 대한 동의가 85%로 다른 단점(중대사고 위험, 사고대비 및 폐로 비용 고려시 다른 발전원보다 비쌈)에 대한 동의보다 높았다 [32]. 2020년 아산정책연구원에서 진행한 설문조사에 따르면, 원자력 발전에 반대하는 이유로 폐기물 처리(25.3%)가 원전사고 위험(38%), 방사능 노출(31.5%) 다음으로 높은 비중을 차지했다 [33].

사회적 측면의 위기는 원자력시설에 대한 낮은 수용성에서 기인한다. 원자력발전소는 원전사고 자체에 대한 대중의 위험인식과, 사고결과의 위해성(방사선 물질의 환경오염)에 대한 우려로 인해 낮은 수용성을 보인다. 2011년 후쿠시마 원자력발전사고, 2017년 경주・포항 지진으로 인해 원전의 안전에 대한 불신과 우려가 심화되었으며, 국내의 높은 원전 밀집도와 사고에 대한 우려가 맞물려 지역적 수용성뿐만 아니라 국민적 수용성까지도 저하되었다. 사용후핵연료 영구처분장이 처한 상황도 크게 다르지 않다. 사용후핵연료 처분장은 원자력발전의 환경적 수용성(지속가능성)을 보장할 수 있는 방법이나, 처분장의 안전에 대한 불신으로 인해 사회적으로 매우 낮은 수용성을 보인다. 국내 중・저준위 방폐장의 경우 부지선정에만 23년이 소모되었으며, 최종 확정지역인 경주에서도 보상과 관련하여 많은 후(後)갈등이 발생하는 등 마찰이 끊이지 않고 있다. 고준위 방폐장(사용후핵연료 처분장)은 더욱 심각한 상황이며, 아직 부지선정의 초입단계에 머무르고 있는 실정이다.

발전원의 운영 및 가동은 국가와 지역의 수용성을 전제로 하지만, 원자력시설이 갖는 위험의 특성은 수용성의 저하를 초래한다 [36]. 원자력시설의 위험은 해당 노출이 비자발적이고, 사고 발생시 초국가적인 피해를 유발한다 [34]. 특히 방사선의 존재로 인하여, 사고 발생 시 '위험'은 상당히 오랜 기간에 걸쳐 지속적인 피해를 유발하거나, 오랜 기간이 지난 후에 피해가 관측될 수 있다. 또한 위험요소인 방사선이 직접적으로 가시화되지 않는다는 점은 통제의 어려움을 배가시킨다.

원전과 방폐장을 비롯한 원자력시설의 수용성에 영향을 주는 요소를

분석한 연구들은 다양하게 존재한다. 정정화(2015)는 원전시설의 수용성에 영향을 주는 요소에 대한 선행연구들을 바탕으로, 세 가지 핵심 요소 (1) 위험인식, (2) 경제적 편익, (3) 정부와 운영기관에 대한 신뢰를 제시했다 [34].

위험인식은 객관적인 과학적 사실과 무관하게, 일반 대중이 주관적으로 생각하는 우려의 수준을 의미한다. 고전적으로 위험은 미래에 발생할 나쁜 상황의 가능성으로 정의되었으며, 해당 관점에서 원자력시설의 위험은 '원자력 시설의 운영과정에서 발생한 의도치 않은 사고의 가능성'이라고 할 수 있다. 그러나 점차 위험은 사람에 따라 다르게, 즉 주관적으로 인식된다는 주장이 제기되었다 [35]. 시설에 내포된 객관적인 위험과 대중이 인식하는 위험은 다르다는 것이다. 이는 위험을 판단하는 과정에 사회적 인식이나 과거 사건에 대한 기억, 미래 사건에 대한 상상력 등 다각적인 차원의 판단이 개입하기 때문이다. 가령, 원자력 전문가들과 지역주민들은 원자력 시설의 '바람직하지 않은 사건'의 확률에 대해 다른 견해를 갖는다. 전문가들은 객관적인 과학적 사실을 바탕으로 시설의 사고 가능성이 매우 낮기 때문에 위험이 적다고 제시한다. 그러나 지역주민들은 사고 가능성 뿐만 아니라 위험이 현실화된 상황, 즉 사고의 발생을 전제로 하여 사고가 초래할 피해를 우려한다. 이처럼 두 집단이 인식하는 위험의 대상이 다르기 때문에, '원자력발전소 사고는 백 만년에 한 번'이라는 위험가능성에 초점을 맞춘 확률론적인 주장은 지역주민들에게 받아들여지지 않는다. 전문가들은 원자력시설의 위험을 주민 입장에서 인식해야할 필요가 있다.

한편, 위험이 개인에게 주관적으로 인식된다는 것은 위험인식을 완전히 제거할 수 없다는 말과 동일하다. 일정 수준의 위험인식은 존재하며, 해당 위험 인식하면서도 수용 할 수 있도록 하는 방안이 제시되어야 한다. 다시 말해서 '위험수용'은 대중들이 위험을 강제로 받아들이는 것이 아니라 일정 수준의 조건하에서 위험을 감수하겠다고 받아들이는 태도를 의미한다 [36]. 일반적으로 인식된 편익이 인식된 위험을 압도할 경우 시설에 대한 수용성이 증가 할 것으로 기대한다. 즉 시설의 수용성을 높이

기 위해서는 (1) 인식된 위험의 수위를 낮추거나, (2) 인식된 편익의 수위를 높여야 한다.

편익은 개인 및 사회적 효용을 증가시키는 물질적, 비 물질적 보상을 의미하며, 제공되는 편익은 대중들이 위험을 인식하면서도 위험을 수용할 수 있게 한다. 편익의 형태는 편익을 제공받는 집단의 규모나 형태에 따라 달라질 수 있다. 단적인 예로 원자력발전의 국민적 수용성 차원에서는, 전력생산과 같은 국가적 필요성이 원자력발전에 대한 부정적인 인식을 압도함으로써 국가적인 친 원전성향이 성립될 수 있다 [36]. 그러나 이러한 수용의지는 일반국민에 의한 것으로, 실질적으로 위험을 수용해야하는 지역주민에 입장에서는 더욱 복잡한 이해관계가 존재하며 전력생산이라는 사회적 가치 외에 추가적인 편익이 제공되어야 한다. 이러한 관점에서, 경제적 편익은 정책이행과정에서 지역주민의 수용성 제고를 위한 가장 보편적인 방안으로써 제시되어왔다. 실제로 원전위험을 수용한 지역(고리, 월성, 영광, 울진)의 주민수용성에 영향을 미친 핵심요인 중 하나는 편익성이었으며, 중・저준위 방폐장 건설의 대가로 제시된 지역발전기금과 한수원 본사이전, 지방세 등의 경제적 편익은 지자체의 자발적 유치신청을 이끌어내는 데 핵심요인이 되었다 [37, 38]. 지원방안은 법제화되어, 한국은 '발전소 주변지역 지원에 관한 법률', 일명 '발주지법'에 지원사업을 명시하고 있으며 사용후핵연료 처분시설에 대한 지원법으로는 '중저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법'이 2005년 제정되어 경주지역에 대해 지원 중이다. 지원금의 규모는 3천억원의 특별지원금과 정부특별지원으로 제공되는 3조 4천억원 규모의 55개 사업이 포함된다 [39]. 이처럼 지역에 제공되는 편익은 수용성 제고에 긍정적 영향을 미칠 것을 기대되어지나, 일련의 사건들로 인해 기존의 편익 제공의 형태와 집행과정에 대한 재검토가 필요하다는 주장도 제기되고 있다. 중・저준위 방폐장에 대한 특별지원금의 일부가 선심성 정책 및 일회성 사업(농로/마을도로 포장 등)에 사용되어 주민갈등을 초래한 바 있으며, 원전지원사업도 '눈먼 돈'으로 여겨지며 오히려 지역 내 갈등의 원인이 되고 있다 [40, 41, 42, 43]. 또한 원전의 '주민의 원전 수용성

제고'를 위한 재정지원이 증가하는 것에 비해 수용도는 거의 변화가 없어, 현행 지원제도의 문제점이 제기되었으며 이는 도로나 건물(문화회관 등)과 같은 공공시설에 집중된 결과로 해석되기도 하였다 [44].

마지막으로, 정부와 운영기관에 대한 신뢰는 원자력시설의 수용성을 결정하는 핵심적인 요소에 해당한다. 정보제공을 통하여 인식되는 위험의 수위를 낮추고, 경제적 편익을 제공하여 인식되는 편익의 수위를 높이더라도 정책의 이행주체라고 할 수 있는 정부와 기관에 대한 신뢰가 낮으면, 결국 정보의 신뢰성과 정책의 이행가능성에 의구심을 가질 수 있다. 일반인들의 신뢰는 원자력의 복잡하고 난해한 기술적 측면보다는, 정부가 원자력 관리에 관한 정보를 투명하게 공개하고 있다는 인식에서 형성된다 [34]. 그러나 2020년 사용후핵연료 관리정책 재검토 위원회에서 실시한 설문에 따르면, 정부와 운영기관이 제공하는 사용후핵연료 관리정책 정보에 대한 신뢰도는 각각 68%, 48%수준에 불과했다 [45]. 또한 2021년 엠브레인에서 실시한 인식조사 설문에 따르면, 정부와 운영기관(한수원)이 제공하는 원자력발전 관련 정보에 대한 신뢰도는 각각 49.6%, 61.1% 수준이었다 [46]. 이러한 정부와 운영기관에 대한 낮은 신뢰도는 기존의 원자력 시설 운영 과정과 정책이행과정에서의 경험에서 비롯된 것으로 판단된다. 중・저준위 방폐장 건설 사업의 초기, 후보지들에 대한 정부기관의 하향식 접근(DAD) 방식은 후보지역의 격렬한 반대운동을 초래하였으며, 지역의 자율성을 무시한 정부에 대한 불만이 고조되었다. 이후 한수원의 고리원전 전원 상실 사고 은폐시도(2012), 원전부품 시험성적 위조(2013) 사건에서 운영기관의 불투명성 및 폐쇄성이 여실히 드러났으며, 경주 중저준위 방폐장 유치 이후 보상 이행과정에서 발생한 정책의 비일관성(한수원 본사 이전 등 경제적 인센티브의 방향과 규모) 또한 불신을 야기하였다. 에너지정책 전반에 대한 비일관성 또한 정부의 에너지정책에 대한 신뢰저하의 주요 원인으로써 지적되었으며, 정치적 견해에 의해 에너지정책이 일변한다는 인상을 심어주고 있다. 2014년 발간된 제2차 에너지기본계획(2014)에서는 원자력에너지에 대한 국민수용성 저하를 인식하면서도, 전력수요 충족을 위한 원자력발전량

유지의 불가피성을 인정하였다. 그러나 제3차 에너지기본계획(2019)에서는 원자력발전의 점진적인 감축을 명시하였다. 2년마다 발행되는 전력수급기본계획 또한 장기적인 관점에서 수립되지 않고 변화가 잦다는 동일한 비판이 제기된다. 에너지기본계획의 하위계획인 전력수급기본계획의 특성상, 원자력발전의 목표 비중은 에너지기본계획에 기초한다. 제7차 전력수급기본계획(2015)이 제2차 에너지기본계획에 기초하여 원자력발전 지속을 명시한 반면, 제 8차(2017), 제 9차(2020) 전력수급기본계획은 제3차 에너지기본계획과 마찬가지로 점진적인 원전 감축을 제시하였다.

제 2 절 대응방안

국내 원자력에너지의 수용성 위기요인의 대응방안 연구를 위해, 핀란드와 스웨덴의 사례를 살펴보고자 한다. 핀란드와 스웨덴은 사회적 합의를 바탕으로 고준위 방폐장 유치 및 건설에 성공했다. 핀란드와 스웨덴의 국가 및 원전 현황 및 사용후핵연료 처분장 건설과정, 원자력시설의 수용성에 영향을 주는 세 가지 핵심요소에 대한 양국의 사례를 요약하면 다음 표 1과 같다 [47, 48, 49, 50, 51].

구분	핀란드	스웨덴
일반 현황	-인구: 약 558만명, (16.5명/km^2) -원전: 5기	-인구: 약 1,026만명, (22.8명/km^2) -원전: 6기
방폐장 건설 과정 개요	-'83 사용후핵연료 관리정책 검토 시작 -'93 부지선정절차 착수 -'01 Olkiluoto를 부지로 선정 -'15 최종처분장 건설인허가 절차 승인	-'80 지질학적 탐사 시작, 지역의 반대에 무산 -'92 새로운 부지선정절차 착수 -'09 Forsmark를 부지로 선정 -'22 최종처분장 건설인허가 절차 승인
위험 인식	-타 지역에 비해 높은 원자력 산업 이해도 -미디어 홍보, 시설개방 및 주민 초대를 통한 인식개선 *연 15,000건의 시설견학	-타 지역에 비해 높은 원자력 산업 이해도 -'03~'09년까지 60여건의 간담회 *주민, 환경단체, 지자체, 정부부처 대상
경제적 편익	- Eurajoki시의 원자력시설에 대한 높은 경제적 의존도 - POSIVA 본사 이전 - 타 시설(0.4~1.0%)보다 높은 세율(2.85%) 부과	-20억 SEK(한화 3,300억원) 규모의 유치지원금 지원 -사회간접자본 형태로 지원 *교육, 복지, 기반시설, 비즈니스 개발 등
정부와 기관에 대한 신뢰성	-자율신청 및 거부권 부여 -'원자력 공동체' 형성 : 기관 및 직원의 지역주민化, 공청회와 시설개방행사를 통한 폐쇄성 탈피	-자율신청 및 거부권 부여 -독립적인 3개의 기관 설치

표 1. 핀란드와 스웨덴의 방폐장 건설과정 개요 및 수용성 영향 요소

핀란드는 1983년 사용후핵연료 관리를 위한 정책 검토를 시작했으며, 93년부터 영구처분을 위한 부지조사를 실시했다. 지자체들의 자발적인 후보지 등록 후, 검토 결과 4개의 지자체(Eurajoki 시의 Olkiluoto, Aanekoski 시의 Kivetty, Kuhmo 시의 Romuvaara, Loviisa 시의 Hastholmen)가 후보지로 선정되었다. 4개의 후보 지자체 중 이미 원자력

시설이 가동중이던 Eurajoki 및 Loviisa 지역은 사회적 수용성, 운송비용, 기반시설 측면에서 타 후보지보다 더 적합하다고 판단되었고, 두 지역이 최종검토 대상으로 선정되었다. 1997년 Eurajoki와 Lovissa에 대한 환경영향평가가 실시되었으며, 이후 2001년 핀란드 의회에서 Eurajoki 시의 Olkiluoto섬을 부지로 확정하고 2004년 Olkiluoto 부지 지하에 지반연구시설인 ONKALO[4)]가 착공되었다. 2012년 핀란드의 사용후핵연료 관리 법인기업인 Posiva는 환경영향평가서를 토대로 건설허가 신청서를 제출하고, 2015년 핀란드 정부로부터 최종처분장 건설허가를 받게되었다.

스웨덴은 1980년대부터 방폐장 건설을 위한 지질학점 탐사를 시작했으나, 초기 입지선정방식은 지역사회의 격렬한 반대에 부딪혀 부지선정 과정은 난항을 겪었다. 1992년, 스웨덴의 사용후핵연료 관리 기업인 SKB는 새로운 부지선정 전략으로써 전국의 지자체들에게 처분장 설치를 위한 타당성 조사에 자발적으로 협조해줄 것을 요청했다. 이러한 요청에 대해 2개의 지자체(Strouman, Mala)가 조사에 긍정정 반응을 보였으나, 해당 도시의 주민들의 반대에 의해 타당성 조사는 무산되었다. 이후 1995년 원자력시설을 보유한 지자체들을 대상으로 다시 협조를 요청하였고 Osthammar, Oskarshamn, Tierp, Alvkarleby 등 6개 지자체가 조사 대상지로 선정되었다. 2000년 11월, 타당성 조사 결과 6개의 지자체 중 Osthammar, Oskarshamn, Tierp 세 개 지자체가 부지조사 대상지로 선정되었으나 Tierp는 이에 대해 거부권을 행사했다. 2002년부터 Osthammar와 Oskarshamn 지역에 대해 부지조사와 환경영향평가가 실시되었고 2009년 최종적으로 Osthammar 시의 Forsmark가 영구처분장 부지로 선정되었다. 2011년 SKB는 처분장의 입지/건설 허가 신청서를 스웨덴 정부에 제출했으며, 2022년 1월 정부에 의해 영구처분장 건설이 승인되었다.

위험인식에 관하여, 핀란드와 스웨덴의 사례는 지역주민의 수용성이 시설에 대한 이해도에 영향을 받는다는 점을 시사한다. 핀란드의 Posiva

---

4) 2019년부터 ONKALO를 상표등록하여, Olkiluoto의 최종처분시설 전체를 아우르는 말로 사용하고 있다.

가 작성한 환경영향평가서와 스웨덴의 SKB가 작성한 환경영향평가서에 따르면, 방폐장 부지 선정 과정에서 해당 지역주민들의 높은 원자력 시설 친숙도 및 이해도가 긍정적인 영향을 미친 것으로 확인되었다 [48, 50]. 핀란드의 경우 Eurajoki 시와 Loviisa 시가 원자력시설에 대한 수용성이 높은 것으로 평가되었으며, Eurajoki 시에는 원전과 중저준위 방폐장, 사용후핵연료 중간저장 시설이, Loviisa 시에는 원전과 중저준위 방폐장이 이미 가동중이었다 [52]. 스웨덴에서도 마찬가지로 원자력시설의 존재는 방폐장의 수용에 긍정적 영향을 미쳤다. SKB는 최종검토 지역인 Osthammar와 Oskarshamn 시 주민들이 원자력발전소와 영구처분장에 대해 다른 도시들에 비해 긍정적인 평가를 하고있는 것으로 확인했으며, 해당 이유로 원자력시설에 대한 높은 이해도를 제시했다. Osthammar에는 원자력발전소와 중저준위 방폐장(SFR)이, Oskarsham에는 원자력발전소와 사용후핵연료 임시저장소(CLAB)가 위치해있는 반면, 최종검토 직전에 탈락한 Tierp와 Alvkarleby에는 원자력 시설이 없었다. 핀란드와 스웨덴 양국은 이러한 배경조건에 더하여, 미디어를 통한 홍보 및 정보 제공으로 위험인식을 개선하고 잘못된 정보가 확산되는 것을 방지하고자 했다. 또한 시설에 대한 적극적인 공개와 견학, 주요 집단과의 간담회를 통해 시설의 폐쇄성을 탈피하고자 하였다. 핀란드는 미디어를 통한 홍보와 시설개방, 주민 초대를 통해 시설에 대한 인식을 개선하고자 했으며, 연 15,000건의 시설 견학이 이루어졌다. 스웨덴 역시 시설에 대한 적극적인 공개와 고준위방폐물 연구시설에 대한 견학투어를 제공하였고 신문, 방송, 라디오 등의 프로그램과 정보 책자, 전시회 등의 매체를 통하여 사회문제로써 사용후핵연료 관리에 대한 정보를 제공하였다 [53]. 또한 원자력시설 수용성이 높은 지역인 두 지역에서 다양한 집단을 대상으로 간담회를 개최하여 주민들의 위험인식 개선과 요구사항에 대한 논의를 진행했다. 스웨덴에서 8년간 60여차례 진행된 집단별 주요 간담회 내용은 표 2와 같다 [47]. 대부분의 집단이 방폐장의 안전에 대해 중점적으로 간담회를 진행한 반면, 지역 주민들은 생활에 실질적인 영향을 주는 요인에 대해 질의한 것을 알 수 있다.

집단	주요 간담회 내용
지역 주민 (Osthammar, Oskarshamn)	교통, 소음, 지하수 침수
환경단체	부지선정 절차 및 방법, 저장고의 장기적 안전
지자체 (Osthammar, Oskarshamn)	처분장 시설, 지역환경문제, 최종처분장 폐쇄 이전 / 이후의 안전
정책집단 (Swedish Council for Nuclear Waste. etc.)	환경영향, 저장고의 장기적 안전, 부지선정 절차 및 방법, 캐니스터 회수 효과
인접국가	최종처분장 운영간 대기 및 해양을 통해 자국에 미칠 수 있는 환경 영향

표 2. SKB의 집단별 간담회 내용

경제적 편익의 규모와 형태, 집행과정도 참고할만 하다. 핀란드의 경우 직접적인 지원금은 없었으나, Posiva 본사를 수도인 Helsinky에서 Eurajoki 시로 이전하였고, 고용 확대에 따른 세수 증대를 기대하였다. 또한 설치될 방폐장과 시설에 대해 일반적인 시설(0.4% ~ 1.0%)에 비해 높은 부동산 세율(2.85%)을 부과하는 형태로 경제적 편익을 제공하였다. 스웨덴의 Osthammar시가 방폐장 시설에 대해 세금을 걷지 않는 것과 차이가 있다. Eurajoki시의 원자력 시설에 대한 높은 수용성은 방폐장 유치과정에서 제공되는 경제적편익에 영향을 받았는데, 이는 시의 재정이 원자력시설에 이미 크게 의존하고 있었기 때문이다. 방폐장 유치 이전, Eurajoki시에는 이미 원자력시설이 존재했으며 원자력회사인 TVO의 세수(稅收)는 시의 총 세수의 3분의 1에 달했다 [54]. 사용후핵연료가 타 지역으로 이동하면 시설로부터의 세금을 잃게되므로, Eurajoki시는 이를 심각한 경제적 피해로 상정하고 방폐장 유치를 시도하였다. 스웨덴은 방폐장 유치 지역에 대해 20억 SEK(245 million US$, 한화 3,000억

원) 규모의 유치지원금을 약속했고, 지원금의 25%는 방폐장을 유치하는 Osthammar 시에, 75%는 최종탈락한 Oskarshamn 시에 지원하였다. 이는 유치지역인 Osthammar시의 원자력시설이 지속적으로 경제발전 효과를 낼 것을 고려한 결정이었다. 제공되는 지원은 교육, 인프라, 복지, 비즈니스 개발 등과 같은 사회간접자본의 형태로 지원되었다.

마지막 정부와 운영기관에 대한 신뢰도 제고를 위하여, 핀란드와 스웨덴은 주민친화 활동을 통해 지역사회와의 동화를 시도했고 시설개방행사 및 정보공개를 통해 시설의 폐쇄성을 탈피하고자 하였다. 지역사회와의 동화의 일환으로, 핀란드는 Eurajoki시의 Olkiluoto 방폐장을 중심으로 '원자력 공동체'를 구축하고자 하였다. 핀란드의 부지선정과정에서는 공고・열람 등의 정보공개 절차, 공청회 개최 등이 법령으로 제도화 되었는데, Eurjkoki 시 내에서는 제도화된 간담회 외에도 추가적인 지역 커뮤니케이션을 조직되었다. 시의 대표자와 기관의 대표자가 참가하는 소통그룹 등 가능한 많은 이해관계자가 '공동체'에 참여하도록 유도하였다고 볼 수 있다 [53]. 또한 미디어를 통한 홍보활동의 일환으로, POSIVA는 시의 각 세대를 대상으로 정기간행물을 제작하였다. 간행물은 정보전달의 일환으로써도 사용되었지만, 소통의 매체로도 활용되었고, 주 목적은 기관 및 기업의 전문가들과 지역주민들과의 거리감을 줄임으로써 신뢰를 확보하는 것이었다(기관직원의 지역주민化). 이를 위해 두 집단이 같은 지역사회에 속한 것으로 묘사하였으며, 지역주민들에게 ONKALO가 지역에 기여하는 내용과 건설 후 지역사회의 미래을 상기키시는 한편 방폐장 건설과정에서 지역주민의 의견 반영정도 등을 스스로 검토할 수 있도록 하였다 [51]. 스웨덴의 Osthammar시는 1995년부터 부지선정에 관한 모든 절차를 검토할 독립적인 3개의 위원회를 조직하였으며, 각각 장기안정성 검토, 환경영향평가서 검토, 의사소통 증진의 임무를 부여하였다. 지방정부의 노력에 더하여 SKB는 선제적 정보 제공, 시설 견학, 소규모 모임등을 통하여 지역주민과의 소통을 통해 신뢰를 확보하고자 하였다 [59]. 위와 같은 핀란드와 스웨덴의 노력은, 정책진행과정에서 가능한 많은 이해관계자의 참여를 유도하여 신뢰성을 확보하고

방폐장 사업이 ‘우리 지역’의 사업임을 상기시키고자 하는 것으로 평가할 수 있다.

핀란드와 스웨덴의 사례를 바탕으로, 수용성 위기에 대한 대응방안을 제언하고자 한다. 첫째, ‘원자력 공동체’(nuclear community)의 형성을 통해 신뢰도를 확보해야한다. 원자력시설은 기술의 특성상 대중의 위험인식에 민감하며, 극심한 주민수용성 저하에 부딪히기 때문에 지역사회의 신뢰와 협조가 필수적이다. 많은 연구들이 원자력 시설 예정지 인근 지역사회와의 관계를 다루었고, 해당 관계를 ‘원자력 공동체’로 언급하였다 [51, 54]. 원자력공동체는 정부(정책기관), 사업자, 지역주민간의 정책협조 및 경제적 공동체의 단위나 신뢰 형성의 수단으로써 논의되었다. Hannu(2014)는 핀란드 Olkiluoto에서의 ‘하나의 원자력 공동체’ 형성을 시설의 전문가들과 지역주민이 동화되어 신뢰도가 제고된 사례로써 제시하였고, M. Kojo(2021)는 핀란드와 스웨덴의 사용후핵연료 처분장 부지선정과정에서 운영기관과 지역사회 관계를 원자력 공동체로 칭하며, 두 집단간의 의사소통 및 정책협조를 ‘파트너십’(partnership)의 일환으로 구분하였다. ‘파트너십’은 벨기에의 저준위 방폐장 건설과정에서 방폐물 관리기구와 지역사회와의 관계 협상과정에서 발전한 것으로, 의사결정과정에 대중의 참여를 통해 모든 당사자의 이익 및 이해관계자간의 신뢰를 고려하는 것을 목표로 한다. 이러한 과정은 방폐장 부지선정과정의 모든 이해관계자를 동참시킴으로써 투명성을 확보하는 기반이 된다. 핀란드 Posiva의 지역사회 동화를 위한 노력은 사전신뢰확보의 일환으로 볼 수 있으며, 스웨덴의 Osthammar시 주도하에 안정성 검토 및 의사소통증진을 위한 3개의 위원회를 조직한 것 또한 방안의 일환으로 볼 수 있다. ‘원자력 공동체’는 정부부처, 운영기관(한수원), 지자체(지역주민)간의 공식적인 협의체를 기반으로하며, 정책협조와 의사소통을 위한 창구 역할을 해야한다. 또한 지역주민이 시설의 운영을 국가와 기업의 사업이 아닌 ‘우리 지역의 사업’으로 인식하도록 하는 ‘경제적 공동체’로서도 해당 역할이 강화될 수 있다. 이는 경제적 편익 제공을 통해 진행될 수 있으며, 시설유치과정에서 제공되는 지원금, 운영과정에서 지역경제발전효과

가 지속됨으로써 '우리 지역'의 사업이라는 인식을 높일 수 있다. 시설의 운영 및 정책과정에 시의 대표자가 참석하여 의견을 제시할 수 있도록 보장하는 방안과 시설 운영으로 발생하는 소득의 일부를 시의 재정에 포함하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다.

둘째, 제공되는 경제적 편익의 형태와 집행과정에 개선이 필요하다. 경제적 편익 제공은 시설의 위험수용을 높일수 있는 가장 보편적인 정책수단으로써 여겨져왔다. 핀란드의 Eurajoki시는 원자력시설에 대한 세금수입 의존도가 3분의 1에 달했으며, 방폐장 유치에서 발생하는 세금 수입이 부지선정에 중요한 역할을 했다. 국내 중저준위 방폐장 건설과정에서도 유치지역에 대한 경제적 보상은 4개의 지자체가 유치신청을 하도록 만드는 기대 이상의 결과를 낳았다. 세대를 넘어가는 장기적인 관리가 필요한 방폐장 시설의 특성상, 제공되는 경제적 편익은 지역사회발전에 투자되어 미래세대까지 사용할 수 있어야하며, 시설 인근 주민들에게 일회성의 소모적인 사업으로써 제공되는 것을 지양해야 한다. 국내 중저준위 방폐장 유치지역인 경주에서, 특별지원금이 표심을 위한 선심성 정책과 마을행사와 같은 일회성 사업에 사용되어 갈등이 재생산된 바 있다. 이에 대해서, 스웨덴이 교육, 인프라, 복지, 비즈니스 개발 등과 같은 지역발전을 위한 사회간접자본의 형태인 '투자'의 형태로 지원한 것을 참고할 만 하다.

셋째, 인식되는 위험의 수위가 하향되어야하며, 특히 지역주민들이 시설의 위험을 과도하게 인식하거나 잘못된 위험을 인식하지 않도록 정제된 정보가 제공되어야한다. 하지만 정보제공을 통한 위험인식 개선 및 수용성 제고에는 일정 한계가 있을 것으로 예상된다. 이는 핀란드 및 스웨덴과 한국의 원자력시설에 대한 기본인식과 성향의 차이에서 비롯된다. 핀란드와 스웨덴의 사례에서는 지역주민에 대해 다양한 방법(미디어를 통한 정보제공, 시설 견학, 세미나 등)을 통해 객관적 정보를 제공함으로써 위험을 과도하게 인식하지 않도록 하였다. 해당 사례를 국내에 그대로 적용하기에는 기본성향 측면, 적용시점 상 적절하지 않다. 핀란드는 세계적으로 친핵(親核) 성향을 보이는 대표적인 국가이며, 국민 여론

또한 과반수가 원자력발전에 긍정적이다 5). 사용후핵연료 처분장 건설과정에서 Eurajoki 시의 지역적 반대가 없었던 것은 아니었으나 기본적으로 원자력시설이 존재했고, 원자력산업에 대한 경제 의존도가 매우 높은 수준이었다. 또한 스웨덴이나 우리나라와 달리, Posiva 주도의 하향식 접근법으로 처분장 입지선정을 할 수 있었을 정도로 정부 부문에 대한 신뢰도가 높았다 [55]. 스웨덴의 경우 1970년대 반핵 기조의 중도 당(Center party)의 집권과 1979년 TMI 원전사고를 계기로 모든 원자력발전소의 폐쇄를 결정하였으나, 2010년 의회가 해당 결정을 무효화하고 원자력발전의 지속을 결정한다. 2021년 시행된 국민 여론 또한 원자력발전에 찬성하는 입장이 과반을 넘는 것으로 확인되었다6). 핀란드와 마찬가지로 사용후핵연료 처분장 유치지역인 Osthammar에는 이미 원자력시설이 가동중이었고, 시설에 대한 높은 이해도가 수용성에 대해 긍정적 영향을 보인 것으로 확인되었다. 이렇듯 핀란드와 스웨덴의 사용후핵연료 처분장 부지선정은 국가적인 친 원자력성향과 지역의 높은 이해도가 바탕이 되었다. 그에 반해, 국내의 경우는 원자력정책에 대한 국가의 입장이 정치적 견해에 의해 일변하고 있다. 또한 처분장에 대한 수용성이 매우 낮고, 결정적으로 지역 내 원자력시설의 존재가 시설에 대한 높은 이해도와 수용성으로 연결되지 않는다. 특히 중・저준위 방폐장 건설과정에서 유치지역에 사용후핵연료 관련 시설을 건설하지 못하도록 법에 명시까지 해둔 상황이다7). 또한 적용시기의 적절성에 있어서, 정보제공의 형태와 효율성에 의문이 제기된다. 핀란드의 부지선정은 2001년도에, 스웨덴의 부지선정은 2009년도에 최종 결정되었다. 최종적인 결정이 지역에 대한 정밀조사와 환경영향평가가 종결되는 이후 시점임을 고려하면,

---

5) World nuclear association, Nuclear power in Finland, 2022.
https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/finland.aspx
6) World nuclear association, Nuclear power in Sweden, 2022.
https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/sweden.aspx
7) 중・저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역에 관한 특별법

지역의 수용성을 제고하기 위한 노력은 더 이른 시기에 진행되었을 것이다. 현재 한국과 약 십여 년의 차이가 나는 상황이다. 십여 년의 시간동안 주민들이 접할수 있는 미디어의 종류는 뉴스, TV, SNS, 온라인 커뮤니티 등 폭발적으로 증가했다. 미디어와 정보선택 기준에 대한 연구에 따르면, 사람들은 자신의 입장과 다른 정보보다는 비슷한 정보에 접근하는 경향을 보인다 [56]. 기관이 제공하는 정보를 받아들이는 것이 아닌, 본인의 취사에 맞는 정보를 찾아가는 시대가 되었다. 더욱이 미디어에 대한 선택적 노출이 기존의 자신의 입장과 다른 정보가 제공되었을 때, 오히려 기존의 입장을 강화하는 태도 극화 현상으로 이어질수 있다 [57]. 국내 사용후핵연료 처분장 입지예정지역의 수용성이 기본적으로 좋지 않음을 생각했을 때, 정보제공을 통한 위험인식개선의 효과에 한계가 있을 것으로 조심스럽게 예상해볼 수 있다. 그러나 효율성의 문제가 정보제공을 중단해야한다는 것을 의미하지는 않는다. 핀란드와 스웨덴의 사례를 그대로 답습하지는 못하더라도 그들의 정책의도는 참고할만 하며, 국내에서도 꾸준한 정보제공을 통하여 지역주민과 국민들이 원자력산업에 대해 과도하게 위험을 인식하거나 잘못된 정보를 인식하지 않도록 해야한다. 또한 다양한 매체를 통하여 지역주민과 접촉하고, 원자력정책을 지속적으로 홍보함으로써 '원자력 공동체'를 형성하는 데 일조할 수 있다.

마지막으로, 시설 유치과정에서 지자체의 자율성을 보장해야한다. 핀란드와 스웨덴의 사용후핵연료 처분장, 경주의 중저준위 방폐장 모두 지자체의 자율성(거부권 및 신청)이 주도적으로 행사되었을 때 시설의 최종유치가 가능했다. 핀란드의 지방자치단체들은 의사결정단계에서 상당한 독립성과 자치권을 갖고있었으며, 폐기물 시설 건설의 초기단계인 1987년도에도 중앙정부의 정책에 대한 지방정부의 거부권은 보장되었다 [53]. 거부권 행사와 같은 정책자율성의 보장은 오히려 유치경쟁에서 지방정부들의 주도적인 협상 참여로 나타났다. 부지선정 과정에서 4개의 지자체가 후보지로써 경쟁하고 있었으며, 유치과정의 자율적 신청방법에 따라 방폐장 유치 결정과정에서 중앙정부가 우위에 있게 되었다. Eurajoki시의 의원들은 부지선정과정이 중앙정부의 주도하에 진행될 경

우, 보상요구과정에서 시의 입지가 좁아질 것이라 판단하였고 적극적인 유치 협상에 나서는 계기가 되었다. 국내 중·저준위 방폐장 건설 사업 중 1~3차 사업은 정부주도하에 DAD 방식으로 진행되었고, 지역주민의 격렬한 반대에 무산되었다. 98년도부터 방폐장 입지선정 방식이 정부주도방식에서 유치공모방식으로 변경되었고, 강력한 경제적 보상까지 약속된 후에야 경주가 최종적으로 확정될 수 있었다 [58].

제 5 장 결 론

세계적인 탈 화석연료 추세에 대한 동참이 선진국으로서의 의무가 되어가고 있으며, 국내에서는 화석연료를 대체하여 안정적인 전력공급을 보장할 수 있는 에너지원이 필요하다. 일련의 위험요인에도 불구하고, 한국에서 원자력에너지가 지난 60여년간 그러한 역할을 다해왔음은 부정할 수 없는 사실이다. 하지만 현 국내 원자력산업이 여러 위기에 봉착해 있는 바, 원자력발전이 지속가능하기 위해서는 위기요인이 검토되고 대응방안이 제시되어야 한다.

본 연구에서는, 원자력에너지 이용 간에 발생가능한 위기요인을 에너지 안보의 4As 개념 중 '접근성'과 '수용성' 측면을 중점으로 검토하였고, 해외사례 연구를 통하여 대응방안을 제시하였다. 해당 과정은 기존의 에너지시스템 전반에 적용되던 에너지안보 개념을 단일 에너지원인 '원자력에너지'에 적용하려는 시도의 일환으로 진행되었으며, 추후 단일 에너지원의 위기요인을 구분할 수 있는 하나의 틀(framework)로써 사용될 수 있음을 기대한다.

원자력에너지의 접근성 위기요인은 원자력이 갖는 이중용도적 성격에 기반하며, 국가의 핵확산 가능성이 존재할 때 발생 가능하다. 최근 북한의 무력도발에 대한 국내 핵무장 여론의 대두는, 핵확산 결정의 가장 근본적인 요인이라고 할 수 있는 '정치적 동기'로써 국제사회에 비춰질 가능성이 있다. 즉 원자력에너지의 접근성 위기요인이 발생하는 것을 막기 위해, 핵무장 여론에 대한 경계와 정부차원에서의 비확산 의지 표명, 국제 레짐에서 선도국가로서의 역할수행이 필요하다.

원자력에너지의 수용성 위기요인은 환경적, 사회적 측면에서 발생할 수 있다. 환경적 측면의 위기요인은 원자력발전의 결과로써 발생하는 사용후핵연료이며, 이는 영구처분장과 같은 처리방안의 확보로써 대응 가능하다. 한편 영구처분장은 또 다른 위기요인인 사회적 수용성 측면의 위기요인으로써 논의된다. 영구처분장과 같은 원자력 시설의 수용성에 영향을 주는 요소는 위험인식, 경제적 편익, 정부와 기관에 대한 신뢰이

며, 핀란드와 스웨덴의 사례 분석을 바탕으로 대응방안을 검토하였다. 첫째, 입지예상 지역에서 '원자력 공동체' 형성이 필요하다. 원자력 공동체'는 정부부처, 운영기관(한수원), 지자체(지역주민)간의 공식적인 협의체를 기반으로하며, 정책협조와 의사소통을 위한 창구 역할을 해야한다. 또한 지역에 제공되는 경제적 편익은 주민들이 원자력 시설 건설을 '우리지역'의 사업으로써 인식하게 하여 공동체 형성에 기여할 수 있다. 둘째, 제공되는 경제적 편익의 형태와 집행과정에 개선이 필요하다. 세대를 넘어가는 장기적인 관리가 필요한 원자력 시설의 특성상, 지원금이 일회성의 사업에 사용되지 않도록 하고 지역발전을 위한 용도로 사용되어야한다. 셋째, 꾸준한 정보제공을 통해 지역주민이 시설에 대해 과도하게 위험을 인식하거나 잘못된 정보를 인식하지 않도록 해야한다. 또한 다양한 매체를 통하여 지역주민과 접촉하고, 원자력정책을 지속적으로 홍보함으로써 '원자력 공동체'를 형성하는 데 일조할 수 있다. 마지막으로 지자체의 자율적 신청이나 거부권 행사와 같은 자율성을 보장할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 산업통상자원부, 제3차 에너지기본계획, 2019.
2. 산업통상자원부, 안전하고 깨끗한 세상을 위한 에너지 정보, 2019.
3. 산업통상자원부, 제9차 전력수급기본계획, 2020.
4. 김태현, 에너지안보의 국제정치학, 국제. 지역연구, Vol. 21, No. 3, pp. 27-62, 2012.
5. 도현재, 21세기 에너지안보의 재조명 및 강화방안, 에너지경제연구원, 기본연구보고서 03-07, 2003.
6. Vlado Vivoda, Evaluating energy security in the Asia-Pacific region: A novel methodological approach, Energy Policy, Vol. 38, No. 9, pp. 5258-5263, 2010.
7. Yergin, Daniel, Ensuring Energy Security, Foreign Affairs, Vol. 85, No. 2, pp. 69-82, 2006.
8. Andreas Goldthau, Governing global energy: existing approaches and discourses, Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol. 3, No. 4, pp. 213-217, 2011.
9. 이준범, 에너지안보에 대한 이론적 접근: 에너지 수급의 정치경제, 국제평화, Vol. 2, 2005.
10. David von Hippel, Tatsujiro Suzuki, James H. Williams, Timothy Savage, Peter Hayes, Energy security and sustainability in Northeast Asia, Energy Policy, Vol. 39, No. 11, pp. 6719-6730, 2011.
11. Asia Pacific Energy Research Centre, A QUEST FOR ENERGY SEUCIRTY IN THE 21ST CENTRY, 2007.
12. Bert Kruyt, D.P. van Vuuren, H.J.M. de Vries, H. Groenenberg, Indicators for energy security, Energy Policy, Vol. 37, No. 6, pp. 2166-2181, 2009.

13. Jingzheng Ren, Benjamin K. Sovacool, Quantifying, measuring, and strategizing energy security: Determining the most meaningful dimensions and metrics, Energy, Vol. 76, pp. 838-849, 2014.
14. Jean-Marie Chevalier, Security of energy supply for the European Union, European Review of Energy Markets, Vol. 1, No. 3, 2006.
15. Lynne Chester, Conceptualising Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature, Energy Policy, Vol. 38, No. 2, pp. 887-895, 2010.
16. Paravantis, J. A., & Kontoulis, N. Energy security and renewable energy: a geopolitical perspective. In Renewable Energy-Resources, Challenges and Applications. 2020.
17. 국회입법조사처, 국가 에너지 안보와 우라늄 안정 공급 전략, 2010.
18. 국회예산정책처, 원자력 발전비용의 쟁점과 과제, 2014.
19. 강호, 핵 비확산과 세이프가드에 관한 고찰, 국제법학회논총, Vol. 66, No. 3, pp. 67-100, 2021.
20. 과학기술정보통신부, 미국의 원자력 정책 변화와 우리나라의 대응방안, 2017.
21. 이병철, '평화적 이용'에 관한 한미원자력협정과 미국의 이중성, 평화학 연구, Vol. 18, No. 4, pp-27-48. 2017.
22. Man-Sung Yim, Nuclear nonproliferation and the future expansion of nuclear power, Progress in Nuclear Energy, Vol. 48, No. 6, pp. 504-524, 2006.
23. 전봉근, 핵무장론의 허와 실, 국가안보전략, 외교안보연구소, 2016.
24. Eunjung Lim, South Korea's Nuclear Dilemmas, Journal for Peace and Nuclear Disarmament, Vol. 2, No. 1, pp. 297-318, 2019.

25. 한국갤럽, 북한 3차 핵실험에 대한 한국인의 반응은?, 2013.
26. 한국갤럽, 한국갤럽 데일리 오피니언, Vol. 228, 2016.
27. Oswald, R. “If it Wanted To, South Korea Could Build its Own Bomb”, CQ Weekly, 게시일: 4월 11일, 2018.
28. 손상용, 박종희, 한국 유권자들은 정말 핵무장을 원하는가? 실험 설문을 이용한 핵무장 여론 분석, 한국정치학회보, Vol. 54, No. 2, pp. 175-204, 2020.
29. 하경석, 정성윤, 핵확산 논쟁과 북핵문제: 다차원적 분석, 한국정치연구, Vol. 24, No. 1, pp. 141-168, 2015.
30. 김기정, 박한규, 국제레짐의 강제집행력과 개별국가들과의 관계: 1970년대 국제핵비확산레짐과 한국과 일본의 핵재처리정책 비교연구, 한국과 국제정치, Vol. 18, No. 4, pp. 1-33, 2002.
31. 강상규, 원자력의 평화적 이용 신화와 일본의 전후체제, 비교일본학, Vol. 43, pp. 75-106. 2018.
32. 엠브레인, 원자력발전에 대한 인식조사(4차) 보고서, 2019.
33. 박지영, 강충구, 한국인의 에너지 인식: 탈원전과 재생에너지, 아산정책연구원, 이슈브리프, 게시일: 9월 21일, 2020.
34. 정정화, 원전 건설의 주민수용성: 삼척 신규원전 갈등사례를 중심으로, 한국사회와 행정연구, Vol. 26, No. 3, pp. 167-199, 2015.
35. 조성경, 오세기, 원자력시설 및 정책의 수용성에 영향을 미치는 인식인자 도출에 관한 이론적 고찰, 한국에너지공학회지, Vol. 11, No. 4, pp. 332-341, 2002.
36. 이재은, 김영평, 정윤수, 발전원 위험의 사회적 수용성 결정요인 분석, 한국행정연구, Vol. 16, No. 2, pp. 189-218. 2007.
37. 이민재, 정신섭, 박기성, 원자력발전의 위험인식, 효용인식, 투명성이 사회적 수용성에 미치는 영향, 기업경영연구, Vol. 21, No. 4, pp. 253-279. 2014.

38. 차성수, 민은주, 방폐장 부지선정을 둘러싼 갈등과 민주주의, ECO, Vol. 10, No. 2, pp. 43-70, 2006.
39. 한국원자력환경공단, 유치지역사업 현황, 2021.
40. 금주연, “원전지원금은 ‘눈먼 돈’ 지자체 재정 보조 수단 변질”, 경주 타임즈, http://mgjtimes.co.kr/news/article.html?no=6648, 게시일: 2020. 01. 30, 접근일: 2022. 12. 10.
41. 이하늬, 주영재, “원전 마을 지원금 ‘갈등의 씨앗’?”, 주간경향, http://m.weekly.khan.co.kr/view.html?med_id=weekly&artid=202102191440211&code=#c2b, 게시일: 2021. 03. 01. 접근일: 2022. 12. 10.
42. 김영호, “경주 방폐장 지원금은 ‘봉’”, 경북신문, http://www.kbsm.net/news//view.php?idx=90361, 게시일: 2013. 05. 15. 수정일: 2013. 05. 15. 접근일: 2022. 12. 10.
43. 남호일, 경주 방폐장 유치 이후의 갈등 재생산에 관한 연구, 고려대학교 석사학위 논문, 2013.
44. 최한수, 홍우형, 원전 주변지역 지원제도의 경제효과 분석, 재정학연구, Vol. 10, No. 4, pp. 71-104. 2017.
45. 사용후핵연료 관리정책 재검토 위원회, 전국의견수렴 결과 통계자료, 2020.
46. 엠브레인, 2021 원자력발전에 대한 인식조사 결과보고서, 2021.
47. SKB, Consultations according to the Environmental Code: Compilation 2009-2010. 2011.
48. SKB, Environmental Impact Statement, 2011.
49. NDA, Geological Disposal: Overview of international siting processes, 2013.
50. Posiva, Environmental Impact Assessment, 2008.
51. Hänninen Hannu., Yli-Kauhaluoma Sari, The Social Construction of Nuclear Community: Building Trust in the World’s First Repository for Spent Nuclear Fuel. Bulletin of

Science, Technology & Society, Vol. 34, No. 5-6, pp. 133-144. 2014.
52. Topias Siren, Overview of Finnish Spent Nuclear Fuel Disposal Programme, 한국자원공학회지, Vol. 54, No. 4, pp. 367-376, 2017.
53. Matti Kojo, Compensation as Means for Local Acceptance The Case of the Final Disposal of Spent Nuclear Fuel in Eurajoki, Finland, WM2008 Conference, 2008.
54. Mika Kari, Matti Kojo, Markku Lehtonen, Role of the host communities in final disposal of spent nuclear fuel in Finland and Sweden, Progress in Nuclear Energy, Vol. 133, 2021,
55. 한국행정연구원, 비선호시설 입지갈등 관련 해외사례 연구 (스웨덴, 핀란드 방폐장 사례), 2012.
56. William Hart, Dolores Albarracin, Alice H Eagly, Inge Brechan, Matthew J Lindberg, Lisa Merrill, Felling validated versus being correct: A meta-analysis of selective exposure to information, Psychological Bulletin, Vol. 135, No. 4, 2009.
57. 노정규, 민영, 정치 정보에 대한 선택적 노출이 태도 극화에 미치는 효과: 비정치적 온라인 커뮤니티 이용자들을 대상으로, 한국언론학보, Vol. 56, No. 2, pp. 226-248. 2012.
58. 임동진, 원자력 방폐장 입지갈등의 국제비교 및 정책적 시사점 - 한국, 스웨덴 및 핀란드를 중심으로, 한국지방자치학회보, Vol. 28, No. 4, pp. 25-50. 2016.
59. 한국원자력연구원, 해외 고준위 방폐장 부지선정 현황 분석, 2008.

Abstract

Risk considerations and Countermeasures for Nuclear Energy in the ROK : Focusing on Accessibility and Acceptability

Kang, Seong-Yong
Department of Energy Systems engineering
The Graduate School
Seoul National University

In 2022, the new government of the Republic of Korea(ROK) announced the abolition of the 'Nuclear phase-out policy' and pledged to rebuild the nuclear energy industry. Some have suggested concerns that energy policies, which should be made from a long-term perspective, are being transformed by political views, but it is true that strengths and risk factors coexist in nuclear energy. Currently, nuclear energy is on the verge of another leap forward, and it is necessary to review possible risk factors and countermeasures. This study intends to examine the risks and countermeasures in terms of 'accessibility' and 'acceptability' among the 4As concepts of energy

security.

'Energy security' usually means 'the state in which energy source are available without interruption at and affordable price'. Over time, the need for the concept of energy security to be extended to include a variety of factors (political, environmental, and social) as well as supply and price has been raised. The concept of 4As was proposed in this context by *Asia Pacific Energy Research Centre*, and means availability, affordability, accessibility, and acceptability, respectively. While the availability and affordability of nuclear energy can generally be evaluated quantitatively, accessibility and acceptability risk factors are difficult to evaluate quantitatively and conflict with various value judgments, requiring further discussion. Therfore, this study focused on the accessibility and acceptability of nuclear energy.

The accessibility risk of nuclear energy is based on the dual-use nature of nuclear energy and can be caused by the possibility of nuclear proliferation. The recent rise of domestic nuclear-armed public opinion can be seen as 'political motivation' that corresponds to the most fundamental factor of nuclear proliferation, and can cause an accessibility risk that makes it difficulty to introduce technologies such as reprocessing.

Risk factors in terms of acceptability stem from distrust in the safety of nuclear facilities and appear in the form of rejection of facilities. Perception of risk, economic benefits, and trust in the government and operating institutions are discussed as factors affecting the acceptability of nuclear facilities, and countermeasures can be studied based on the cases of Finland and Sweden that succeeded in constructing spent nuclear fuel disposal sites.

This study intends to proposed the following countermeasures in relation to the risk factors of nuclear energy discussed above. As a

countermeasure to secure accessibility, it proposes vigilance against nuclear-armed public opinion, the government's willingness to non-proliferation, and its role as a leading country in the international regime. As a countermeasure to secure acceptability, it proposes the formation of a 'one nuclear community' of the government, institutions, and local communities, the improvement of implementation process of economic benefits, the improvement of risk perception through information provision, and the guarantee of autonomy of local governments.

Keywords : Energy security, Nuclear energy, Nuclear proliferation, Acceptability of nuclear facilities
Student Number : 2021-29583

creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학석사 학위논문

한국 원자력 에너지의 위기요인과 대응방안 : 접근성과 수용성을 중심으로

2023년 2월

서울대학교 대학원
에너지시스템공학부
강 성 용

한국 원자력 에너지의 위기요인과 대응방안 : 접근성과 수용성을 중심으로

지도교수 김 은 희

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함
2023년 1월

서울대학교 대학원
에너지시스템공학부
강 성 용

강성용의 공학석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 최 성 열 (인)

부위원장 김 은 희 (인)

위 원 신 동 훈 (인)

국문초록

2022년 대한민국의 새 정부는 출범과 동시에 이전 정부의 '탈원전 정책'의 폐기를 선언하고, 원자력산업의 부흥을 국정과제로 제시하였다. 일각에서는 장기적인 관점에서 이루어져야 할 에너지 정책이 정치적 견해에 의해 일변하고 있다는 우려가 제시되기도 했으나, 원자력에너지에 강점과 위기요인이 공존하는 것은 사실이다. 현재 원자력에너지는 정부 주도하에 재도약을 목전에 두고 있으며, 이용간에 발생가능한 위기요인과 대응방안을 검토할 필요가 있다. 본 연구는 에너지안보의 4As 개념 중 '접근성'과 '수용성' 측면의 위기요인 및 대응방안을 검토하고자 한다.

통상적으로 에너지안보의 개념은 '적정가격의 에너지원을 방해없이 충분히 공급가능한 상태'로 정의되었다. 시간이 지나며, 에너지안보의 개념이 공급과 가격뿐만 아니라 다양한 (정치, 환경, 사회적) 요인을 포함하도록 확장되어야 한다는 필요성이 제기되었다. '4As 개념은 이러한 맥락에서 *Asia Pacific Energy Research Centre*에 의해 제시되었으며, 각각 availability, affordability, accessibility, 그리고 acceptability을 의미한다. 이용가능성(availability)은 '에너지원을 물리적으로 이용가능한가'에 대한 사항으로, 국가 영토내 부존자원의 유무와 같은 지질학적인 요인을 포함한다. 가격적절성(affordability)은 '에너지원이 구매가능할 정도로 적절한 가격인가'에 대한 사항이며, 생산 및 발전비용, 거래가격, 가격 안정성 등 경제적인 요인을 포함한다. 접근성(accessibility)은 '에너지원의 사용이 실제로 가능한가'에 대한 사항이며, 지정학적 및 국제정치적 요인, 국내 에너지시스템의 견고성 등이 해당된다. 수용성(acceptability)은 '에너지원의 생산과 사

용이 사회구성원에게 수용가능한가'에 대한 사항이며, 에너지원의 환경적 지속가능 여부, 사회적 수용가능 여부 등이 포함된다.

원자력에너지의 이용가능성과 가격적절성은 대체로 정량적인 평가가 가능한 반면, 접근성과 수용성 측면에서 발생하는 위기요인은 정량적으로 평가하기 어렵고 다양한 가치 판단에 충돌하고 있어 추가적인 논의가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 원자력에너지의 접근성과 수용성 측면에 중점을 두어 연구를 진행했다.

원자력에너지의 접근성 위기는 원자력이 갖는 이중용도적 성격에 기반하며, 핵확산가능성에 의해 초래 될 수 있다. 최근 국내 핵무장 여론의 대두는 핵확산의 가장 근본적인 요인에 해당하는 '정치적 동기'로써 비춰질 수 있으며, 재처리 등의 기술 도입이 어려워지는 접근성 위기를 유발할 수 있다.

수용성 측면의 위기요인은 원자력시설의 안전에 대한 불신에서 비롯되며, 시설 거부의 형태로 나타난다. 원자력시설의 수용성에 영향을 주는 요인으로써 위험인식, 경제적 편익, 정부와 기관에 대한 신뢰가 논의되며, 사용후핵연료 영구처분장 유치에 성공한 핀란드와 스웨덴의 사례를 바탕으로 대응방안을 연구할 수 있다.

이상에서 살펴본 원자력에너지가 갖는 위기요인에 대해 본 연구는 다음과 같은 대응방안을 제시하고자 한다. 접근성 확보를 위한 대응방안으로써, 핵무장 여론에 대한 경계와 정부차원에서의 비확산 의지 표명, 국제 레짐에서 선도국가로서 역할수행을 제시한다. 수용성 확보를 위한 대응방안으로써, 정부・기관・지역사회의 '원자력 공동체' 형성, 경제적 편익의 집행과정 개선, 정보제공을 통한 위험인식 개선, 지자체의 자율성 보장을 제시한다.

주요어 : 에너지안보, 원자력에너지, 핵확산, 원자력시설 수용성
학 번 : 2021-29583

목 차

제 1 장 서론 ····· 1

제 2 장 이론적 고찰 ····· 3
제 1 절 에너지안보의 개념 ····· 3
2.1.1. 고전적 개념 ····· 3
2.1.2. 개념의 확장 ····· 3
2.1.3. '4As'의 개념 ····· 6
제 2 절 에너지안보 관점에서의 원자력 ····· 10

제 3 장 접근성 ····· 14
제 1 절 위기요인 ····· 14
제 2 절 대응방안 ····· 17

제 4 장 수용성 ····· 20
제 1 절 위기요인 ····· 20
제 2 절 대응방안 ····· 25

제 5 장 결론 ····· 36

참고문헌 ····· 38
Abstract ····· 43

표 목 차

[표 1-1] ····· 26
[표 1-2] ····· 29

제 1 장 서 론

2017년 대한민국 정부는 탈원전 정책을 포함한 에너지전환 로드맵을 발표하고, 제3차 에너지기본계획(2019)과 제9차 전력수급기본계획(2020)에 점진적인 원전 감축을 명시한다. 이러한 정부의 탈원전 의지 표명에 반대하여, 원자력의 역할을 재조명한 주장들이 제시된다. 기후변화 대응(탈 화석연료)과 안정적인 전력공급이라는 두 가지 목표를 동시에 달성하기 위해서 원자력의 역할이 필수적이라는 것이다.

2022년, 새 정부의 출범과 동시에 이전 정부의 '탈원전 정책'은 폐기되었으며 원자력산업의 부흥이 국정과제로 선정된다. 일각에서는 장기적인 관점에서 이루어져야 할 에너지 정책이 정치적 견해에 의해 일변(一變)하고 있다는 우려가 제시되기도 했다. 그러나 이전 정부와 현 정부의 원자력에 대한 입장 차이에 정치적 견해가 개입되었는지는 차치하고, 원자력에너지에 강점과 약점이 공존한다는 사실과 검토의 필요성이 있음은 분명해 보인다. 원자력발전이 화석연료발전에 비해 적은 온실가스를 배출하여 기후변화 대응에 기여할 능력이 있는 것도 사실이나, 사용후핵연료의 처리방안 등 아직까지 해결되지 않은 위기요인을 안고 있는 것도 사실이다.

이전 정부는 탈원전 추진 배경으로, 높은 수준의 원전 밀집도와 원전에 대한 국민 수용성 저하, 사용후핵연료 처리방안 미확보, 그리고 원료인 우라늄의 높은 해외 수입의존도를 제시했다 [1, 2, 3]. 한국의 원전 밀집도는 10만㎢ 당 24기로, 일본(8.7기/10만㎢)의 약 3배에 달한다. 또한 후쿠시마 원전의 30km 이내 인구수가 17만 명에 불과한 것에 비해 고리원전 30km 이내에는 382만 명의 인구가 거주하고 있다. 후쿠시마 원전사고(2011)와 경주・포항 지진(2017) 이후 원전사고에 대한 우려가 심화되었으며, 높은 원전밀집도와 사고가능성에 대한 우려가 맞물려 국민적 수용성은 더욱 악화되었다. 사용후핵연료 처리방안이 확보되지 않은 점

또한 탈원전의 주요 근거로 제시되어왔다. 재처리나 영구처분과 같은 처리방안이 제시되지 않은 상황에서 원자력산업을 확장하는 것은 흔히 '화장실 없는 아파트'에 비유된다. 마지막으로 원료의 높은 해외수입 의존도가 원자력발전이 지속가능하지 않은 근거로써 제시되었다. 국내에서 사용되는 우라늄 전량이 수입에만 의존하고 있는만큼, 해외의 각종 위기에 민감하게 영향을 받을 수 밖에 없다는 것이다. 특히 자원의 높은 해외수입 의존도는 우라늄뿐만 아니라 화석연료인 석탄과 석유, 천연가스에도 해당되는 것으로, 이전 정부의 탈원전 및 신재생에너지 육성사업의 배경으로도 제시된 바 있다.

한편 원자력에너지가 에너지 확보 경쟁 시대에 안정적인 전력공급의 역할을 다할 수 있다는 주장 또한 제기된다. 2022년 우크라이나-러시아 전쟁은 유럽의 가스위기를 초래했고, 유럽 내 탈원전과 에너지전환의 선두주자였던 독일조차 안정적 에너지 수급을 위해 석탄화력발전 사용 연장을 고민하고 있다[1]. 인접국가와 전력망이 연결된 독일조차 충분한 공급을 확보하지 못하고 있으니, 실질적으로 전력계통의 섬나라인 한국은 더욱 취약하다고 할 수 있다. 계통 섬이자 부존자원이 부족하여 2020년 기준 에너지원의 95%를 수입에 의존하고 있는 실정이다. 2019년 기준 원자력에너지는 우리나라 전력생산량의 26%(발전량 비중)를 차지하고 있으며 [3], 기저 전원으로써의 역할을 하고 있다.

원자력 산업은 정부 주도하에 재도약을 목전에 두고있으나, 복합적인 갈등의 대상이 되고 있으며 원자력에너지 사용에 따른 기회요인과 해결을 요하는 위기요인이 여전히 존재한다. 현 시점에서 원자력에너지 이용간에 발생가능한 위기요인과 대응방안에 대해 검토해야 할 필요가 있으며, 본 연구에서는 에너지안보의 '4A' 개념 중 '접근성'과 '수용성'을 중심으로 위기요인과 대응방안에 대한 논의를 하고자 한다.

---

1) 서울경제, "독일, 에너지난에 탈원전 '일부 후퇴'...내년 4월까지 가동 연장", https://www.sedaily.com/NewsView/26CECXJ3LG, 2022.10.18., 접근일 : 2022.11.23

제 2 장 이론적 고찰

제 1 절 에너지안보의 개념

2.1.1 고전적 개념

에너지안보 개념의 등장은 1차 대전 당시 군의 연료공급에서 발인한다. 영국 해군은 함정들의 엔진을 증기선에서 디젤로 바꾸었고, 석유의 안정적 공급이 곧 전투력 유지에 직결되는 문제로 인식되었다. 2차 대전 이후 석유의 사용이 전기생산, 제조, 산업 등지에 이용되면서 석유의 중요성은 더 높아졌으며 유전의 확보 등 석유의 안정적인 공급의 중요성 또한 높아졌다. 자국 내에서 충분한 양의 석유를 생산하지 못하는 소비국들이 생산국들에게 의존하기 시작하였으며, 이러한 과정에서 특정 자원이나 특정 지역에 대한 에너지 공급 의존은 에너지 안보를 저해하는 것으로 인식되었다. 이후 1970년대 석유 금수조치로 인한 갑작스러운 가격변화는 에너지안보 개념으로써 '공급량의 확보'뿐만 아니라 '가격의 적절성' 또한 논의되는 결과를 낳았다. Bielecki(2002)는 에너지 안보를 "합리적인 가격들을 통한 안정적이고 적절한 에너지의 공급"이라고 정의했으며, 도현재(2003)는 "합리적인 가격에서의 에너지공급 안정성", Yergin(2006)은 "적정 가격에 에너지원의 충분한 공급이 가능한 상태"로, 국제에너지기구(International Energy Agency)는 '적정한 가격의 에너지원을 방해없이 충분히 공급가능한 상태'로 정의했다. 이처럼 고전적인 에너지안보의 개념은 에너지원의 공급측면에서 다루어졌으며, 공급량의 적정성과 가격의 합리성에 중점을 두고 논의되어져 왔다 [4, 5].

2.1.2 개념의 확장

과거의 에너지안보 위기가 공급중단의 위협과 공급자의 가격 조절 하에서 석유의 안정적인 공급을 의미했다면, 현대의 에너지안보 위기는 석

유 공급을 넘어 더 넓은 범위에서 발생가능하다. 더 나아가, 공급량과 가격뿐만 아니라 기후변화 대응, 정치적 분쟁, 발전원에 대한 지역적 반대와 같은 환경적, 정치적, 사회적 영향 등 다양한 요인이 에너지안보에 영향을 줄 수 있음이 시사되며, 에너지안보 개념이 확장되어야 한다는 필요성이 제기되었다[6, 7, 8].

에너지안보에 환경적 영향이 발생한 사례로 국제 환경규제의 강화를 들 수 있다. 1980년대부터 화석연료사용에 의한 환경오염과 구체적인 사례인 지구온난화, 오존층 파괴가 제시되면서 국제적인 환경규제의 필요성이 대두되었다 [5]. 이러한 환경규제 강화의 움직임은 1992년 리우에서 유엔기후변화협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)이 채택됨으로써 본격화되었다. 1997년 교토의정서와 2015년 파리협정에 이르기까지, 온실가스 감축을 목표로 한 협약이 체결되어 세계 각국은 화석연료 중심의 에너지산업 구조를 변화시키지 않을 수 없게 되었으며, 화석연료 사용 감소가 요구되었다. 그러나 대체에너지 개발 등 대안이 마련되지 않은 강제적인 화석연료 사용의 감소는 에너지의 생산량 감소를 초래하며, 이는 에너지의 안정적 공급을 저해함으로써 에너지안보를 훼손할 수 있다. '모든 국가가 스스로 온실가스 감축목표를 제시하고 동참한다'는 파리협정의 기치 아래 극단적인 에너지안보의 손상은 발생하지 않을 수 있지만, 해당 사례에서의 화석연료의 공급제한을 전통적인 에너지안보의 개념이었던 공급량과 가격의 측면에서 설명하기는 어렵다.

국가간 혹은 국제정치적 문제가 에너지 이용에 영향을 준 사례로 1970년대 제 1차 석유위기, 2020년 중국-호주 무역마찰로 인한 석탄수급 제한, 2022년 우크라이나-러시아 發 유럽 가스위기 등을 예시로 들 수 있다. 제 1차 석유위기 당시 아랍 산유국들은 석유 감산조치를 통해 석유가격의 폭등을 초래하였고, 소비국들에 대해 친 아랍정책을 취할것을 강요하였다 [9]. 2020년 중국과 호주간의 정치적 분쟁은 무역마찰로 확대되었으며, 이는 중국 내 석탄 수급에 영향을 주었다. 2022년 우-러 전쟁에서 비롯된 러시아에 대한 국제적인 제재와 러시아의 맞대응은 유럽 내

가스위기를 초래하였다. 한편 정치적 영향은 생산국과 소비국과의 이해관계에 의해서만 영향을 받지 않으며, 국제체제나 협약과 같은 레짐, 혹은 다자간의 이해관계에서도 발생가능하다. 원자력발전의 경우 원료나 기술의 이용은 다자간 협약인 국제비확산체제에 의해 감독되고 있으며, 해당 체제가 아닌 영역에서는 물질과 기술의 이동, 사용이 제한된다. 환경적 영향과 마찬가지로 공급량과 가격이 아닌 별도의 요인이 에너지의 수급에 영향을 주었다고 할 수 있다. 해당 사례들은 에너지 정책이 경제적 요인 뿐만 아니라 국가 안보정책과도 연관되어야 하는 근거가 된다.

사회적 영향은 에너지시스템에 대한 사회 구성원들의 거부, 즉 수용성의 저하로 나타난다 [6, 10]. 에너지시설의 건설과 운용은 사회적 구성원의 동의를 전제로 하지만, 환경오염과 사고발생에 대한 우려는 수용성을 저하시킨다. 사회 구성원의 범위는 국가 단위에서 지역 단위까지 존재할 수 있다. 국가 단위의 수용성 저하는 국제협약의 변화나 사고에서 비롯될 수 있다. 세계적인 환경규제 강화는 화석연료 발전시설에 대한 국가적 거부감을 초래했으며, TMI, 체르노빌, 후쿠시마의 원자력발전소 사고는 사고 발생시 마다 세계 각국이 원자력 정책을 재검토하는 계기가 되었다. 님비로 대표되는 지역 단위의 수용성 저하는 더욱 심각하여, 국가 단위의 수용성이 좋은 발전원이더라도 시설의 건설이 지역의 반대에 부딪히는 경우가 발생한다. 대체로 친환경적이라는 재생에너지 시설(풍력, 태양열 등) 조차 지역의 반대에 자유롭지 못하다.

위와 같은 예시들은 에너지의 충분한 이용을 제한하는 것으로 볼 수 있으나, 에너지안보의 고전적 개념인 '공급량'과 '가격' 측면만으로는 해당 예시들을 반영하지 못한다. 이에 따라 환경적, 정치적, 사회적 요인 등을 반영할 수 있도록, 에너지안보의 개념이 더욱 확장되어야 한다는 필요성이 제기되었다.

2.1.3 '4As'의 개념

이러한 맥락에서, Asia Pacific Energy Research Centre(APERC, 2007)가 제시한 '4As'는 전통적 에너지안보의 개념을 확장한 틀로써 제시되었다. '4As'는 에너지의 공급량과 가격 측면뿐만 아니라 에너지안보에 영향을 미치는 환경적, 사회적 요소를 반영하였으며, 각각 Availability(이용가능성), Affordability(가격적절성), Accessibility(접근성), 그리고 Acceptability(수용성)을 의미한다 [11].

첫째, 이용가능성(availability)은 '에너지원을 물리적으로 이용가능한가'에 대한 사항이다. 에너지자원의 매장량, 국내 부존자원의 여부, 해외수입 의존도(자급정도) 등이 이용가능성을 결정하는 요인에 해당한다. 에너지에 대한 물리적인 가용성, 즉 공급안보(Security of supply)는 초기 에너지안보와 동의어로 여겨져 왔으며, 에너지안보의 개념으로써 가장 오랫동안 논의되어져 왔다. 초기 에너지안보의 정의는 주로 석유의 공급 안정성 유지에 초점을 두었으며, 이는 석유의 지질학적 편재성과 세계 에너지 공급에서의 높은 점유율에 기인한다. 이후 에너지안보는 석유 뿐만 아니라 전체적인 에너지시스템에서의 공급위기가 발생하는 것을 막고, 위기 발생의 영향을 최소화 하는 것을 목표로 하였다 [10]. APERC(2007)는 이용가능성을 에너지자원의 절대적인 가용성, 즉 매장량으로써 판단하였으며, Kruyt et al.(2009) 또한 에너지자원이 본질적으로 유한함을 근거로하여 '지질학적 존재성'인 매장량을 에너지안보의 가장 지배적인 요소로 판단하였다 [12]. Jingzheng et al.(2014)는 이용가능성의 하위개념으로써 공급의 안정성과 자원의 자급 정도, 해외 수입의존도 등을 제시하였다 [13].

가격적절성(affordability)은 '에너지원이 구매 가능 할 정도로 적절한 가격인가'에 대한 사항이며, 에너지의 이용에 영향을 주는 경제적 충격을 반영한다. 생산 및 발전비용, 자원의 거래가격, 시장의 안정성 등이 가격적절성을 결정하는 요인에 해당한다. 가격적절성은 이용가능성과 함께 고전적인 에너지안보 개념으로써 논의되어왔다. APERC(2007)는 가격적절성을 공급위기 및 지정학적 문제와 구분할 수 있다고 제안하였으며,

에너지원의 공급가격보다는 에너지원의 생산과 개발에 투자되는 비용에 초점을 두었다. 한편 Jingzheng et al.(2014)은 가격적절성의 하위 지표로써 에너지시장의 안정성과 시장위험에 대한 회복력, 시장 유동성과 같은 에너지원의 공급가격을 포함시켰으며, 가정과 산업의 에너지가격에 영향을 주는 요인들이 해당된다고 주장했다.

접근성(accessibility)은 '에너지원의 사용이 실제로 가능한가'에 대한 사항이며, 지정학적 및 국제정치적 영향, 국내 에너지시스템의 가동성 및 내구성과 연관된다. 국제적 레짐, 생산국과의 정치적 관계, 국내 에너지 시스템의 견고성(인적자원, 기반시설의 보안) 등이 접근성을 결정하는 요인에 해당한다. 본 논문에서 'accessibility'의 번역으로써 '접근성'을 사용한 배경에 대해서 짚고 넘어가고자 한다. '4As'의 요인들을 영어가 아닌 한글 번역으로 제시했을 때, 충분한 개념 설명 없이는 '이용가능성(availability)'과 '접근성(accessibility)'의 의미에 혼동이 발생할 수 있을 것이라 생각된다. 'Availability'는 자원에 대한 물리적인 이용가능성을 의미하며, 'accessibility'는 자원에 대한 물리적인 이용가능성 외에 해당하는 지정학적 및 기반 시스템의 영향에 의한 이용가능성을 의미한다. 기존의 '4As' 개념을 사용한 연구들을 바탕으로, 다른 요인들과 달리 유독 'accessibility'에 대한 논의가 다양함을 알 수 있었다. 가령 처음 'accessibility'를 제시한 APERC는 해당 용어를 '자원에 접근할 수 있는 능력'(the ability to access resources)로 정의했으며, 경제적・정치적 요인이나 기술력과 같이 에너지에 대한 접근을 제한할 수 있는 장벽이 존재한다고 말했다. 한편 Kruyt et al.(2009)는 'accessibility'를 자원에 접근하는 과정에서 받는 지정학적 영향으로 정의했으며, Jingzheng et al.(2014)는 지정학적 요인 및 에너지시스템의 견고성・탄력성으로 정의했다. 국내에서는 장용철 외.(2014)가 Kruyt et al.(2009)의 정의를 차용하여 'accessibility'를 '접근성'으로 직역하고 '각 요소에 따른 자원에 대한 접근'으로 정의했으며 지정학적 문제를 대변한다고 했다. 이는 '자원에 대한 접근성에 영향을 미치는 각종 요인'으로 해석한 것으로 판단된다. 이상의 연구들이 'accessibility'를 전반적으로 자원과 관련된 지정학적 요

인 및 에너지시스템의 구조를 다루는 개념으로 활용한 반면, 해당 개념의 부적절성에 대해 논한 연구도 존재했다. Lixia Yao et al.(2014)는 중국의 에너지안보 평가지표로써 '4As'를 사용했으나, 'accessibility' 대신 'applicability', 즉 '기술의 적용가능성'을 사용했다. 또한 기존의 'accessibility'의 요소에 해당하는 국제관계나 에너지 정책 및 규정은 에너지안보 개념의 문제가 아니며, 에너지 안보를 달성하기 위한 수단이나 도구에 불과하다고 주장했다. 이처럼 'accessibility'에 대한 다양한 논점이 존재하지만, 에너지안보를 평가하는 지표로써 정치적, 국제관계적 요인은 포함되어야 한다고 생각하는 바이다. Chevaler(2005)는 유럽의 에너지안보 위기 발생요인 중 하나로 교역국과의 불안정한 정치 및 사회적 상태가 해당된다고 보았으며, 정치적 긴장에 의해 공급 중단이 발생한다고 보았다 [13]. 또한 Vivoda(2010)는 에너지안보 정책이 교토의정서와 같은 국제정책 및 레짐에 전념하는지를 판단해야 한다고 주장했다 [6]. 특히 원자력에너지의 경우 원료나 기술의 이동 자체가 국제규범에 의해 민감하게 감독되는 것을 고려했을 때, 원자력의 에너지안보를 평가하는 지표에 '지정학적 요인'이 반영되어야한다고 판단했다. 따라서 본 논문에서는 에너지원과 관련한 지정학적 요인을 반영하기 위해 'accessibility'를 '4As'에 포함하였으며, APERC(2007), Kruyt et al.(2009), Jingzheng et al.(2014)의 연구에 기반하여 '접근성'과 '실현성' 두 가지 한글 표현을 도출했다. 세 연구에서 제시한 'Accessibilty'의 요소들은 지정학적(생산국과 소비국의 정치적 관계), 국제정치적 요인(국제 레짐), 에너지시스템의 가동성 및 내구성(인적자원, 기반시설의 보안)이다. 즉 '에너지원을 실제로 활용할수 있는가'에 대한 요인이며, 해당 요소들을 고려했을 때 의역인 '실현성'이 더 적절할 것이라 생각하였다. 그러나 'accessibility'를 '실현성'으로 표현 했을때의 의미 혼란이 가중될 것을 고려하여 최종적으로 '접근성'을 채택하였다. 다만 '실현성'이 해당 요인을 더 잘 설명할 수 있음을 고려하여 해당 용어 또한 소개하는 바이다.

수용성(acceptability)은 '에너지의 생산과 사용이 사회구성원에게 수용가능한가'에 대한 사항이다. 에너지의 생산과 사용이 환경적으로 유해한

물질을 생산하거나, 사회적으로 반발을 일으키는 사례는 수용성을 저해하는 사례에 해당한다. 모든 에너지의 사용은 의도적이지 않은 환경 위해요소를 발생시킨다. 특히나 과거 사용되던 에너지자원의 대부분을 차지하던 화석연료에서 비롯된 기후위기는 초국가적인 대응을 요구했고, '에너지원이 환경적으로 수용가능할 것'에 대한 요구가 증가하였다. 이러한 맥락에서 APERC(2007)는 수용성을 '환경적 측면에서의 수용성'으로 판단했다. 한편, Jingzheng et al. (2014)는 수용성에 환경적 요인 뿐만 아니라 에너지시스템에 대한 대중의 태도와 인식과 같은 사회적 측면도 반영하였다. 발전소에 대한 지역의 님비현상은 에너지의 생산과 사용과정에서 사회적 수용성의 중요성을 여실히 보여준다.

'4As'에 해당하는 네 가지 요인들은 구분되어있으나 독립적인 것은 아니며, 상호 연관되어있다. 하나의 사건이 여러 요인들에 긍정적 영향을 주는 경우도 존재하며, 한 요인에 긍정적 영향을 주는 반면 동시에 다른 요인에는 악영향을 주는 경우도 존재한다. 가령, 시스템의 비용 감소, 가격안정과 같은 경제성의 개선은 일차적으로 '가격적절성'에 긍정적 영향을 주며, '접근성'과 '수용성'에도 긍정적 영향을 줄 수 있다, 재생에너지의 개발은 해외 에너지수입의존도가 높은 국가의 의존도를 낮춤으로써 '이용가능성'을 개선 할 수 있고 온실가스 배출을 줄임으로써 환경적 수용성을 제고하여 '수용성'을 개선할 수 있는 반면, 기술의 부족으로 인하여 단기적으로 '가격적절성'이 훼손될 수 있다 [13].

APERC(2007)는 '4As'라는 에너지안보의 평가지표를 구분하기 위한 하나의 틀(framework)을 제안한 것이며, 이외에도 에너지안보의 평가지표를 제시한 연구들은 다양하게 존재한다. Kruyt et al.(2009)은 에너지안보의 평가지표로써 자원매장량, 수입의존도, 정치적 안정, 에너지 가격 등 10가지를 제시하였으며, Paravantis et al.(2020)은 물리적이용가능성, 가격적절성, 사회적 접근성, 환경적 영향, 기술 발전 등 7가지 지표를 제안하였다. Vivoda(2010)는 에너지공급, 수요관리, 환경적 영향, 군사적 보안, 국제적 관계 등 11가지의 지표를 제시했으며, Chester(2010)는 4As와 유사한 이용가능성, 가격적절성, 적합성, 지속가능성 이라는 4가지 지표

를 제시했다 [6, 12, 15, 16]. 다양한 안보지표에도 불구하고 본 논문에서 ‘4As’ 개념을 차용한 이유는, ‘원자력에너지’라는 단일 에너지원에 대한 에너지안보의 위기요인을 평가하기에 가장 적합했기 때문이다. APERC(2007)의 보고서는 석유, 천연가스, 석탄, 원자력 각각의 단일 에너지원의 안보에 영향을 주는 위기들을 분석하였고, 여타 에너지안보 지표가 전체 에너지시스템에서의 안보를 다루고 있기에, 단일 에너지원의 안보를 논하기에는 ‘4As’개념이 가장 적절하다고 판단했다. 또한 전체 에너지시스템에서의 에너지안보지표를 다룬 Jingzheng et al.(2014)의 지표를 단일에너지원에 적용하는 과정에서 일부 하위 요소를 제외하였다.

제 2 절 ‘4As’ 관점에서의 원자력

‘4As’의 관점에서, 국내 원자력에너지 이용 시 발생가능한 위기요인들을 다음과 같이 정리할 수 있다.

이용가능성의 요인은 에너지자원의 매장량, 국내 부존자원의 여부, 해외수입 의존도(자급도)등이 해당하며, 원자력에너지의 경우 원료(우라늄) 및 공정(농축, 변환)의 공급안정성이 논의될 수 있다. 부존자원이 부족한 우리나라의 경우 전반적인 에너지자원에 대한 이용가능성이 대단히 취약하다고 할 수 있다. 산업통상자원부의 제3차 에너지기본계획에 따르면 ‘17년 기준 에너지 수입의존도는 94%에 달한다. 국내 부존자원이 없으니 자원을 해외수입에 의존하는 것이 기본전제가 되고, 공급선 다변화와 자원개발협력, 장기계약 등으로 공급의 불안정성을 해소하는 것이 에너지안보를 확보하기 위한 일반적인 대응방안으로써 제시되었다. 원료를 수입할 필요가 없는 재생에너지 산업이 차세대 에너지원으로써 대두된 것 또한 이러한 대응방안의 일환이라고 볼 수 있다. 원자력에너지도 원료의 수입과 공정 전반에 걸쳐 높은 해외 수입의존도를 보이고 있으며, 핵연료주기에서 국산화에 성공한 것은 성형가공 단계에 불과하다. 핵연료주기의 첫 번째 단계인 채광(mining)은 우라늄광에서 우라늄을 채굴하는

과정이며, 낮은 경제성을 이유로 국내에서 가행중인 우라늄 광산은 전무한 상황이다. 두 번째 단계인 정련(miling)은 채굴한 우라늄의 불순물을 제거하여 'yellow cake'로 불리는 우라늄정광을 제조하는 과정이다. 국내 발전소에서 사용되는 천연우라늄은 전량 해외에서 수입하고 있으며, 캐나다와 카자흐스탄 등지로부터 정광의 형태로 수입되고 있다[2]. 세 번째 단계인 변환(conversion)은 우라늄정광에 함유되어 있는 불순물을 제거하여 핵연료로 사용하기 적합하도록 화학처리를 하는 과정이다. 모든 변환 역무는 캐나다의 Cameco社, 프랑스의 Areva社, 미국의 Westing house社, ConverDyn社 등의 해외로부터 제공받고 있다. 네 번째 단계인 농축(enrichment)은 우라늄에 포함된 U-235의 비율을 높이는 과정이다. 앞선 핵연료주기와 마찬가지로, 전량 해외수입에 의존하고 있으며 농축 우라늄의 형태로 수입하거나, 농축 역무를 의뢰하는 방식으로 진행되고 있다. 특히 농축시설은 국가의 의도에 따라 핵무기의 원료제작에 사용될 수 있기 때문에 미국, 중국, 러시아, 프랑스 등 일부 국가에 한해서 운영중이다. 일본, 인도, 북한, 이란 등 농축시설을 보유하고 있는 국가는 더 있지만 상업적으로 시장에 미치는 영향은 미비하다 [17]. 선행핵연료주기의 마지막 단계인 성형가공(fabrication)은 농축된 우라늄을 가공하여 핵연료 필렛, 봉, 집합체의 형태로 만드는 과정이다. 한전원자력연료에서 공정이 진행되고 있으며 국산화에 성공한 유일한 단계이다. 이처럼 원료의 수입과 공정의 대부분을 해외에 의존하고있는 만큼, 원자력에너지의 이용가능성은 취약하다고 볼 수 있다.

가격적절성 측면에서는 원자력에너지의 발전비용과 원자재(우라늄)의 가격 변화 전망을 논의 할 수 있다. 원자력 발전비용은 직접비용과 외부비용으로 구분할 수 있다. 직접비용의 세부항목은 건설비, 운전유지비, 연료비가 있으며 발전원가에 해당한다. 외부비용은 입지갈등비용, 사고위험비용, 안전규제비용, 정책비용, 미래세대비용으로 구분가능하다 [18]. 외부비용을 더 세분화하여, 시설의 안전과 관련한 비용인 '기술적 외부비용'(사고위험비용, 안전규제비용)과 사회적 합의에 필요한 비용인 '사회적

2) 한국자원정보서비스, 우라늄 수출입 실적. 2022.

외부비용'(입지갈등비용, 정책비용, 미래세대비용)으로 구분할 수 있을 것이다. 일반적으로 원자력발전의 직접비용은 타 발전원에 비해 낮은 것으로 판단되며, 대체로 정량적인 평가가 가능하다. 반면 외부비용, 특히 사회적 외부비용의 인정범위와 한계에 대한 근거는 다양하게 존재하며, 원자력발전비용을 평가함에 있어서 많은 논란을 야기하여 규제수준에 대한 논의가 필요하다.

접근성 측면에서는 한반도의 안보상황과 원자력의 핵무기 전용(轉用) 가능성에서 비롯되는 국제정치적 견제, 원료의 공급간 국제 레짐의 감독, 국내 원자력 전문 인력 부족, 원자력시설에 대한 보안과 같은 사항을 논의 할 수 있다. 우라늄의 수입은 수입국과의 관계 및 국제관계에 의해 영향을 받을 수 있다. 실현되지는 않았지만, 우크라이나-러시아 전쟁에서 러시아에 대한 미국의 경제제재 일환으로 러시아 산 우라늄의 수입이 제한될 뻔한 사례가 있었다. 러시아산 우라늄의 수입량이 적지 않은 우리나라로써는 원자력에너지의 안보가 심히 저해된 상황이라고 볼 수 있다. 1차 석유파동과 같이, 에너지원의 이동에 대해 정치적 이해관계가 개입하는 것은 생소한 상황이 아니다. 특히 원자력에너지는 원료나 기술의 이동이 화석연료처럼 단순히 소비국과 생산국과의 정치적 이해관계에서 그치지 않고 국제적인 레짐에 의해 감독받는 사항이다. 이러한 차이점은 에너지원으로써도, 무기자원으로써도 사용가능한 원자력의 양면성에서 비롯되며, '핵확산'이 원자력에너지가 갖는 정치적 불안요인의 가장 대표적인 형태라고 할 수 있다. 결국 원자력에너지 이용시 핵확산가능성이 존재하는 경우 접근성 측면의 위기요인이 발생하는 것으로 볼 수 있다. 핵확산에 저항하기 위한 국제적 노력의 일환으로 핵비확산체제가 구축되었으며, 대표적으로 핵무기 비확산 조약(NPT, Nuclear Non-Proliferation Treaty)이 핵무기의 제조, 이전 및 지원을 금지하고 있고 집행기구인 IAEA가 안전조치(Safeguards)를 통해 당사국의 의무이행을 감독하고 있다. 또한 원자력공급국그룹(NSG, Nuclear Suppliers Group)과 쟁거위원회(ZC, Zangger Committee)와 같은 원자력 수출 통제기구가 핵무기의 개발과 제조에 필요한 핵물질, 시설, 기술 등의 이동

을 통제하고 있으며, 원자력시설에 대한 보안을 위한 핵물질 방호협약도 존재한다[19]. 한국은 1975년 NPT가입을 시작으로 IAEA 안전조치 협정, 핵물질 방호, 원자력수출통제에 대한 각각의 협약에 동참하여 핵비확산 체제에 협력하고 있다.

수용성 측면에서는 사용후핵연료 처리방안의 확보, 원자력 시설의 안전에 대한 신뢰 제고가 논의 될 수 있다. 먼저 환경적 수용성 측면에서, APERC(2007)는 원자력에너지가 다른 연료에 비해 온실가스를 적게 배출하지만, 토양과 수자원 오염, 방사능 위험과 같은 부정적인 환경영향을 가진 것으로 보았다. 특히 원자력에너지의 환경적 수용성을 저해하는 것으로 논의되는 것은 사용후핵연료의 발생이다. 이전 정부의 탈원전 정책의 추진 근거로써 제시된 바 있듯이, 사용후핵연료 처리방안이 마련되지 않은 채 원자력발전의 확대를 주장하는 것은 설득력있게 다가갈 수 없다. 다음으로, 원자력에너지의 환경적 수용성뿐만 아니라 사회적 수용성 저하 문제 또한 논의될 필요가 있다. 후쿠시마 원전사고 및 경주 지진 등의 여파로 인해 원자력시설의 사고가능성에 대한 국민들의 우려가 심화되었고, 이는 원자력시설에 대한 국가적 거부감의 확산으로 이어졌다. 뿐만 아니라 환경적 수용성 증진을 위한 대응방안이라고 할 수 있는 사용후핵연료 영구처분장 건설은 지역의 반대와 같은 사회적 마찰에 직면하는 등 원자력에너지의 수용성 문제를 더욱 복잡하게 만들고 있다.

본 연구에서는 원자력에너지의 접근성과 수용성 측면에서의 위기요인과 대응방안을 중점으로 연구하고자 한다. 원료의 공급과 발전비용이라는 원자력에너지의 이용가능성 및 가격적절성 측면은 대체로 정량적인 평가가 가능하다. 이에 반해, 한반도의 군사적 긴장이 고조됨에 따라 국내 핵무장 여론의 대두와 같이 원자력에너지 이용 시 정치적 위기요인이 발생할 가능성이 증가하여 접근성 위기의 수위가 급격하게 변동하고 있다. 또한 이전 정부에서 탈원전의 배경으로 제시한 바와 같이, 사용후핵연료 처분 문제 및 시설의 수용성 저하 문제와 같은 수용성 위기가 첨예한 논쟁거리가 되고 있다. 따라서 원자력에너지의 접근성과 수용성 측면에 대한 검토가 우선시되어야 할 것으로 판단하였다.

제 3 장 접근성

제 1 절 위기요인

접근성의 위기요인은 에너지자원의 전략적 중요성과 지역적 편재에서 비롯된다. 부존자원의 편재가 생산국과 소비국간의 비대칭적인 의존관계를 형성하며, 해당 관계에서 권력관계가 형성된다 [12]. 자원의 이동과정에 공급량과 가격 같은 시장논리 뿐만 아니라 정치적 요인이 개입하게 되는 것이다. 1970년대 1차 석유위기 당시 OPEC 국가들이 석유감산조치를 취하였으며, 수요국들에게 친 아랍정책을 강요한 바 있다. 2020년 호주와 중국의 정치적 분쟁은 무역마찰을 초래하였고, 중국 내 에너지(석탄)의 수급에 영향을 주었다. 러시아는 구소련 지역의 독립국가들 뿐만 아니라 유럽지역에 대한 에너지 공급 단절을 빌미로, 에너지 자원의 무기화를 통해 권력을 행사해왔다. 최근 우크라이나-러시아 전쟁 發 유럽 내 가스 위기는 정치적 목적에서의 자원의 무기화가 갖는 파급력과 위험성을 여실히 보여주었다.

한편 자원에 대한 생산국과 소비국간의 정치적 이해관계뿐만 아니라 국제규범에 의한 감독과 개입 또한 에너지안보의 '접근성'에 영향을 줄 수 있으며, 원자력에너지를 대표적인 예로 들 수 있다. 원자력에너지는 에너지원으로써도, 무기자원으로써도 사용 될 수 있는 양면성과 기술이 갖는 위험의 특성으로 인하여 다양한 국내외적 정치적 이슈를 동반한다. 국외적으로는 핵확산가능성을 차단하고자 하는 국제레짐과 주변국과의 관계로부터 영향을 받고, 이는 원자력에너지의 '접근성'에 영향을 주는 요인이라고 할 수 있다. 실질적으로, 사용후핵연료 재처리와 같은 국내 원자력정책의 방향은 국제레짐인 NPT와 사실상 국제 핵정책의 주도국이라 할 수 있는 미국의 원자력정책 노선에 깊게 의존하고 있다 [20]. 1950년대 미국은 '평화를 위한 원자력'이라는 기치 아래 전 세계의 원자

력에너지 이용을 주도하였고, 전후 한국의 초창기 원전산업 또한 미국의 원자력 정책 영향하에 있을 수밖에 없었다. 특히 해당 영향력은 '핵 비확산'의 영역에서 더욱 두드러지며, 미국은 한국에 대해서 핵확산가능성을 높일 수 있는 재처리와 농축시설의 도입에 대해 지속적으로 부정적입장을 견지하고 있다 [21].

이처럼 원자력에너지의 접근성 위해요인, 즉 정치적 논란은 원자력의 무기화될 수도 있는 이중용도적 성격에 기반한다. 결국 국가의 핵확산가능성이 존재할 때 원자력에너지의 접근성이 훼손되는 것이라 할 수 있다. 이러한 관점에서, 핵연료주기에서 핵확산위험이 존재하는 구간은 핵연료(우라늄) 수입과정, 사용후핵연료 재처리과정이 해당하며, 핵무장에 대한 의지 표명 시에도 위험이 존재한다.

핵연료의 수입과 사용후핵연료 재처리는 무기로써 사용될 수 있는 우라늄과 플루토늄의 이동과 직접적으로 연결되었다는 점에서 핵확산가능성이 존재하는 것으로 볼 수 있다. 특히 사용후핵연료 재처리는 국내 핵연료주기를 완성함으로써 원자력산업이 지속가능하게하는 방안이 될 수 있으나, 기술적 및 정치적 문제와 맞물려 현재까지도 실용되지 못하고 있다. 재처리 방법 중 습식공정은 습식공정인 PUREX (Plutonium Recovery by EXtraction)는 상용화된 공정이며, 사용후핵연료에 함유된 플루토늄과 우라늄을 회수하여 재활용하는 방법이다. 그러나 플루토늄을 직접적으로 추출함에 따라, 핵무기 활용과 같은 군사적 사용의도가 있는 것으로 의심될 여지가 있어 프랑스, 영국, 일본 등 일부 국가에서만 사용되고 있으며, 한국은 한미 원자력협정에 의해 금지되어있다. 파이로프로세싱으로 대표되는 건식공정은 플루토늄 회수가 불가능하여 핵무기 활용 여지가 적기 때문에 군사적 사용의도에 대한 의심 없이 재처리를 할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 2015년 한미 원자력협정의 개정으로 건식재처리 공정에 대해서 제한적이나마 연구가 진행중이지만, 아직 파이로프로세싱의 핵확산저항성과 상용화에는 더 많은 검토가 필요한 상태다.

한편 핵연료의 수입이나 사용후핵연료 재처리 과정 중 존재하는 접근성 위험뿐만 아니라 핵무장에 대한 의지 표명으로부터도 접근성 위험이

발생가능하다. 국가의 핵확산 결정은 세 가지 요인(기술, 재정, 안보문제로 인한 정치적 동기)에 의해 유발될 수 있다 [22]. 이때 핵확산을 결정하는 가장 근본적인 요인은 해당 국가의 핵무장에 대한 정치적 동기이며, 기술적 숙달과 재정적 지원은 핵확산의 필요조건이다. 핵연료 수입과 사용후핵연료 재처리는 기술적인 요인에 해당하며, 해당 단계에서 실질적인 핵확산이 전개되는 것은 근본적인 요인인 국가의 핵무장 의지에 따라 좌우된다. 결국 한국의 비확산 입장이 고수되는 동안에는 핵연료주기에서의 확산가능성을 배제 가능하다고 볼 수 있어 접근성 위기 또한 미약하다고 할 수 있다. 그러나 최근 한국이 처한 군사안보적 상황은 국내 핵무장 여론을 형성하고 있다. 2022년, 북한은 9월부터 10월까지 15발의 미사일을 9차례에 걸쳐 발사했으며, 4차례에 걸쳐 NLL 해상완충구역에 포병사격을 자행했다. 이처럼 잦은 북한의 무력행사와 맞물려, 2017년 6차 핵실험 이후 5년 여만에 핵실험이 재개될 것이란 우려도 나오는 상황이다. 국내에서는 북한의 무력행사에 대해 자체적인 핵무장과 전술핵 재배치 여론이 부상하고 있으며, 대통령실은 이에 대해 NPT 준수 원칙을 고수하면서도 전술핵 재배치에 대해 '한미 조야의 여러 의견을 듣고 있다'고 말했다.[3] 과거 북한의 핵실험 직후 국내 보수 언론 및 보수 정치인들에 의해 '자체 핵무장론'은 꾸준히 제기되어왔으며, 국민 여론 또한 과반수 이상이 핵무장에 찬성하는 것으로 확인되어왔다 [23, 24, 25, 26]. 하지만 대통령실에서도 다양한 옵션을 경청하겠다고 한 것은 이례적이다. 이렇듯 한반도의 안보상황은 군사적 위기를 초래하며, 핵무장이 논쟁의 쟁점이 되도록 한다. 북한의 무력도발이 직접적으로 한국 원자력산업의 위기를 초래하지는 않지만, 무력도발에 대응하여 '핵무장'으로 비화된 여론은 원자력에너지의 접근성 위기를 초래 할 수 있다. 부존자원이 부족하고 높은 대외 에너지 의존도를 가진 우리나라로서는 자원 및 에너지 시장에 대한 안정적인 접근이 필수적이다 [23]. 그러나 국가의 핵무장 의

3) 동아일보,"'핵에는 핵' 전술핵 재배치론 부상...비핵화 고수하는 美 는 부정적", https://n.news.naver.com/mnews/article/020/0003455701?sid=100, 2022.10.12., 접근일 : 2022.10.12

도는 상술했듯 핵확산의 '정치적 동기'에 해당하며, 자체 핵무장 여론은 한국의 '평화적 원자력 이용국'이라는 평판을 저해하여 핵비확산규범 준수국이라는 이미지를 훼손할 수 있다. 또한 사용후핵연료 재처리 등 원자력의 평화적 이용에 대한 의도까지 의심받을 수 있다. 단적으로 북한 핵실험 및 도발에 대한 한국 핵무장 여론에 대해 국제사회, 특히 미국은 비관적 입장을 고수하고 있으며, 한국의 핵무장이 현실화되었을 때 발생하는 제재 및 피해는 비단 원자력산업에만 국한되지 않을 것이다.

제 2 절 대응방안

첫째, 국내 핵무장 여론에 대한 경계가 필요하며 정부차원의 비확산 의지 표명이 필요하다. 접근성의 위기요인은 국가의 핵확산가능성이 존재할 때 발생가능하다. 핵확산을 결정하는 가장 근본적인 요인이 정치적 동기임을 고려할 때, '북한의 핵실험과 미사일 도발에 대해 한국도 핵무장을 해야한다'는 주장은 정치적 동기로써 해석될 수 있는 위험이 있다. 특히나 한국은 기술력과 재정 측면에서, 이미 핵무기 제조에 충분한 조건을 갖고 있는 것으로 평가된다 [24, 27]. 그나마 민간 원자력 기술과 핵물질이 핵무기로 전용되는 것을 차단하는 장치라고 할 수 있는 국제 비확산체제가 존재하고, 한국이 해당 체제에 협력하고 있기에 접근성 위기요인이 심화되지 않고 있다. 이러한 상황에서 한국의 핵무장에 대한 의도가 표현되면 접근성 위기가 발생할 것은 명확하다. 국내 핵무장에 대한 국민의 찬성여론은 높은 편이며, 이미 외신에서는 한국의 여론이 일반적으로 핵무장에 찬성하는 편이라고 평가받고 있다 [28]. 정부차원에서의 비확산에 대한 확고한 의지 표명이 필요한 시점이다. 또한 의지 표명과 더하여 자체 핵무장에 대한 환상이 확산되지 않도록 경계해야한다. 기존의 핵무장론은 핵무장의 효용을 과신하고, 주장이 현실화 되었을 때 초래될 기회비용에 대해서는 평가절하하는 경향이 있다. 자체 핵무장의 결과로 비롯되는 국제사회의 제재, 특히 미국으로부터의 제재는 치명적이며, 핵개발 자체만으로도 핵무기 자체 개발 및 기반시설, 시스템 개발

과 같은 대규모 초기투자가 불가피한 등 경제적 손실이 발생한다 [29]. 이미 핵무장을 시도한 선례들이 한국의 핵무장으로 인해 발생가능한 손실을 암시하고 있다. 이란과 북한처럼 핵개발에 적극적인 의도를 보이는 국가들에 대한 강도높은 고립이 가해지고 있으며, NPT에 참가하지 않은 '사실상 핵국'으로 여겨지는 인도, 파키스탄, 이스라엘은 국제시장에서 원자력과 전략물자 수출입을 배제당하는 불이익을 받고 있다 [23]. 대외 에너지의존도 뿐만 아니라 경제의존도 또한 높은 한국으로써는 해당 제재가 더욱 치명적일것으로 예상할 수 있다. 한편 핵무장으로 발생하는 국제 제재 및 경제적 피해에 대한 정보를 제공하는 것 외에도, 외교적 노력이 핵무장에 대한 찬성여론을 개선할 수 있을것으로 기대된다. 강력한 동맹국의 신뢰할 수 있는 안보보장이 핵무장에 대한 욕구를 무효화할수 있다는 결과와, 미국의 방위공약이 한국의 핵무장의 대체재로 인식되는 경향이 확인된다 [22, 28]. 즉 미국의 안보보장이 지속될 것이라는 인식을 홍보할 필요가 있으며, 한미 외교적 노력이 수반되어야 한다.

둘째, IAEA 안전조치와 같은 사찰에 적극적으로 임하여 투명성을 확보하는 등 국제 핵비확산레짐에 동참하고, 더 나아가 선도국가로서의 역할을 수행해야한다. 레짐에서 기술력과 위상을 인정받지 못하는 규제대상국으로서는 국가 원자력 정책의 방향과 실현성이 악영향을 받을 수 있다. 1970년대 한일 양국의 사용후핵연료 재처리 기술개발 사례에서, 규제대상국과 선도국가로서의 위상 차이에 대한 교훈을 배울 수 있다. 양국은 비슷한 시기에 사용후핵연료 재처리 기술개발에 착수했으나, 일본은 재처리시설을 확보하고 한국은 기술개발을 포기하는 정반대의 정책결과를 낳았다. 이러한 상반된 정책결과의 이유 중 하나로, 한국과 일본의 위상 차이가 지적된다 [30]. 70년대 한국이 국제 핵비확산 레짐의 규제대상국이었던 반면, 일본은 이미 기술력과 지위를 인정받아 선도국가로서 행위하고 있었다. 당시 핵비확산 레짐의 주도국이라고 할 수 있던 미국의 입장에서, 일본은 레짐의 형성과 유지에 기여하는 국가였으나 한국은 핵비확산을 위해 규제해야 하는 대상국이었던 것이다. 한편 레짐에 대한 동참 뿐만아니라 기술력 확보 또한 중요하다. 50년대 일본의 원자력산업

초기, 재무장에 대한 의도를 의심받으면서도 일본 정부는 원자력 산업 육성의 필요성을 인식하였다. 당시 일본 정치인들은 원자력의 이중적 용도를 이해하고 있었으며, 기술의 발전이 단순히 에너지의 공급만을 충족하는 것이 아닌 무기로서의 사용가능성도 내재하고 있음을 염두에 두었다. 핵무기를 가지고 있지 않더라도 기술의 진보가 잠재적 핵무장 가능성을 높임으로써 국제적 군축이나 핵실험 금지 문제에 있어서 자국의 발언권을 높일 수 있을것이라 판단하였고, 결과적으로 70년대 한일 양국의 원자력정책에 있어서 상반된 결과를 초래하였다. [31] 이렇듯 국제레짐에 적극적으로 동참함으로써 한국의 핵 비확산 노력을 국제사회에 인식시키고, 기술력을 인정받아 선도국가로서의 역할을 수행할 때 원자력산업의 접근성 위기요인이 제거 될 수 있을 것이다.

제 4 장 수용성

제 1 절 위기요인

수용성의 위기는 에너지의 생산과 사용과정에서 발생하는 의도치 않은 환경적 위해요소나, 사회적 거부에 의해 유발될 수 있다. 원자력에너지의 수용성을 저해하는 요인은 환경적 측면과 사회적 측면으로 구분할 수 있다.

환경적 측면에서, 해당 에너지시스템이 지속가능하지 않다면 환경적으로 수용이 어려운 것으로 볼 수 있다. 유엔환경계획(UNEP)는 '지속가능성'을 기후변화에 대응가능하고 다른 환경목표에 무해하며 사회적으로 수용성이 있는 것으로 정의했다. 국내에서도 기후변화대응을 위한 지속가능한 발전을 위해 '저탄소 녹색성장 기본법', '지속가능 발전법'과 같은 법령을 제정했으며, 지속가능성을 '현재세대의 필요성을 충족시키기 위해 미래세대가 사용할 경제, 사회, 환경 등의 자원을 낭비하거나 여건을 저하시키지 아니하고 서로 조화와 균형을 이루는 것'으로 정의하고 있다. 해당 정의에 따르면 사용후핵연료는 원자력 발전의 지속가능성을 저해하는 요소에 해당한다. 원자력에너지는 화석연료(석탄, 석유, 천연가스)에 비해 온실가스 배출이 적다고 평가받고 있으나, 사용후핵연료라는 수용이 어려운 부산물을 발생시킨다. 2022년 산업통상자원부에서 발표한 '제2차 고준위 방사성폐기물 관리 기본계획'에 따르면, '31년 한빛 원전을 시작으로 사용후핵연료 저장시설의 순차적인 포화가 전망된다. 그러나 2022년까지도 사용후핵연료 영구처분을 위한 고준위방사성폐기물 처분장을 위한 부지선정은 아직도 초기단계에 머무르고 있다. 동 계획에서 부지선정절차 착수 이후 37년내에 영구처분시설 확보를 목표로 하고 있는 바, 고준위 방폐장 건설은 시급한 과제다. 또한 사용후핵연료의 발생은 원자력산업을 환경적으로 지속가능하지 않게 만들뿐만 아니라, 사회적

수용성에도 영향을 준다. 2019년 한국원자력학회 의뢰 하 엠브레인에서 실시된 설문에 따르면, 원자력 발전의 단점으로 '사용후핵연료 등 방사성 폐기물 관리의 어려움'에 대한 동의가 85%로 다른 단점(중대사고 위험, 사고대비 및 폐로 비용 고려시 다른 발전원보다 비쌈)에 대한 동의보다 높았다 [32]. 2020년 아산정책연구원에서 진행한 설문조사에 따르면, 원자력 발전에 반대하는 이유로 폐기물 처리(25.3%)가 원전사고 위험(38%), 방사능 노출(31.5%) 다음으로 높은 비중을 차지했다 [33].

사회적 측면의 위기는 원자력시설에 대한 낮은 수용성에서 기인한다. 원자력발전소는 원전사고 자체에 대한 대중의 위험인식과, 사고결과의 위해성(방사선 물질의 환경오염)에 대한 우려로 인해 낮은 수용성을 보인다. 2011년 후쿠시마 원자력발전사고, 2017년 경주・포항 지진으로 인해 원전의 안전에 대한 불신과 우려가 심화되었으며, 국내의 높은 원전 밀집도와 사고에 대한 우려가 맞물려 지역적 수용성뿐만 아니라 국민적 수용성까지도 저하되었다. 사용후핵연료 영구처분장이 처한 상황도 크게 다르지 않다. 사용후핵연료 처분장은 원자력발전의 환경적 수용성(지속가능성)을 보장할 수 있는 방법이나, 처분장의 안전에 대한 불신으로 인해 사회적으로 매우 낮은 수용성을 보인다. 국내 중・저준위 방폐장의 경우 부지선정에만 23년이 소모되었으며, 최종 확정지역인 경주에서도 보상과 관련하여 많은 후(後)갈등이 발생하는 등 마찰이 끊이지 않고 있다. 고준위 방폐장(사용후핵연료 처분장)은 더욱 심각한 상황이며, 아직 부지선정의 초입단계에 머무르고 있는 실정이다.

발전원의 운영 및 가동은 국가와 지역의 수용성을 전제로 하지만, 원자력시설이 갖는 위험의 특성은 수용성의 저하를 초래한다 [36]. 원자력시설의 위험은 해당 노출이 비자발적이고, 사고 발생시 초국가적인 피해를 유발한다 [34]. 특히 방사선의 존재로 인하여, 사고 발생 시 '위험'은 상당히 오랜 기간에 걸쳐 지속적인 피해를 유발하거나, 오랜 기간이 지난 후에 피해가 관측될 수 있다. 또한 위험요소인 방사선이 직접적으로 가시화되지 않는다는 점은 통제의 어려움을 배가시킨다.

원전과 방폐장을 비롯한 원자력시설의 수용성에 영향을 주는 요소를

분석한 연구들은 다양하게 존재한다. 정정화(2015)는 원전시설의 수용성에 영향을 주는 요소에 대한 선행연구들을 바탕으로, 세 가지 핵심 요소 (1) 위험인식, (2) 경제적 편익, (3) 정부와 운영기관에 대한 신뢰를 제시했다 [34].

위험인식은 객관적인 과학적 사실과 무관하게, 일반 대중이 주관적으로 생각하는 우려의 수준을 의미한다. 고전적으로 위험은 미래에 발생할 나쁜 상황의 가능성으로 정의되었으며, 해당 관점에서 원자력시설의 위험은 '원자력 시설의 운영과정에서 발생한 의도치 않은 사고의 가능성'이라고 할 수 있다. 그러나 점차 위험은 사람에 따라 다르게, 즉 주관적으로 인식된다는 주장이 제기되었다 [35]. 시설에 내포된 객관적인 위험과 대중이 인식하는 위험은 다르다는 것이다. 이는 위험을 판단하는 과정에 사회적 인식이나 과거 사건에 대한 기억, 미래 사건에 대한 상상력 등 다각적인 차원의 판단이 개입하기 때문이다. 가령, 원자력 전문가들과 지역주민들은 원자력 시설의 '바람직하지 않은 사건'의 확률에 대해 다른 견해를 갖는다. 전문가들은 객관적인 과학적 사실을 바탕으로 시설의 사고 가능성이 매우 낮기 때문에 위험이 적다고 제시한다. 그러나 지역주민들은 사고 가능성 뿐만 아니라 위험이 현실화된 상황, 즉 사고의 발생을 전제로 하여 사고가 초래할 피해를 우려한다. 이처럼 두 집단이 인식하는 위험의 대상이 다르기 때문에, '원자력발전소 사고는 백 만년에 한 번'이라는 위험가능성에 초점을 맞춘 확률론적인 주장은 지역주민들에게 받아들여지지 않는다. 전문가들은 원자력시설의 위험을 주민 입장에서 인식해야할 필요가 있다.

한편, 위험이 개인에게 주관적으로 인식된다는 것은 위험인식을 완전히 제거할 수 없다는 말과 동일하다. 일정 수준의 위험인식은 존재하며, 해당 위험 인식하면서도 수용 할 수 있도록 하는 방안이 제시되어야 한다. 다시 말해서 '위험수용'은 대중들이 위험을 강제로 받아들이는 것이 아니라 일정 수준의 조건하에서 위험을 감수하겠다고 받아들이는 태도를 의미한다 [36]. 일반적으로 인식된 편익이 인식된 위험을 압도할 경우 시설에 대한 수용성이 증가 할 것으로 기대한다. 즉 시설의 수용성을 높이

기 위해서는 (1) 인식된 위험의 수위를 낮추거나, (2) 인식된 편익의 수위를 높여야 한다.

편익은 개인 및 사회적 효용을 증가시키는 물질적, 비 물질적 보상을 의미하며, 제공되는 편익은 대중들이 위험을 인식하면서도 위험을 수용할 수 있게 한다. 편익의 형태는 편익을 제공받는 집단의 규모나 형태에 따라 달라질 수 있다. 단적인 예로 원자력발전의 국민적 수용성 차원에서는, 전력생산과 같은 국가적 필요성이 원자력발전에 대한 부정적인 인식을 압도함으로써 국가적인 친 원전성향이 성립될 수 있다 [36]. 그러나 이러한 수용의지는 일반국민에 의한 것으로, 실질적으로 위험을 수용해야하는 지역주민에 입장에서는 더욱 복잡한 이해관계가 존재하며 전력생산이라는 사회적 가치 외에 추가적인 편익이 제공되어야 한다. 이러한 관점에서, 경제적 편익은 정책이행과정에서 지역주민의 수용성 제고를 위한 가장 보편적인 방안으로써 제시되어왔다. 실제로 원전위험을 수용한 지역(고리, 월성, 영광, 울진)의 주민수용성에 영향을 미친 핵심요인 중 하나는 편익성이었으며, 중・저준위 방폐장 건설의 대가로 제시된 지역발전기금과 한수원 본사이전, 지방세 등의 경제적 편익은 지자체의 자발적 유치신청을 이끌어내는 데 핵심요인이 되었다 [37, 38]. 지원방안은 법제화되어, 한국은 '발전소 주변지역 지원에 관한 법률', 일명 '발주지법'에 지원사업을 명시하고 있으며 사용후핵연료 처분시설에 대한 지원법으로는 '중저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법'이 2005년 제정되어 경주지역에 대해 지원 중이다. 지원금의 규모는 3천억원의 특별지원금과 정부특별지원으로 제공되는 3조 4천억원 규모의 55개 사업이 포함된다 [39]. 이처럼 지역에 제공되는 편익은 수용성 제고에 긍정적 영향을 미칠 것을 기대되어지나, 일련의 사건들로 인해 기존의 편익 제공의 형태와 집행과정에 대한 재검토가 필요하다는 주장도 제기되고 있다. 중・저준위 방폐장에 대한 특별지원금의 일부가 선심성 정책 및 일회성 사업(농로/마을도로 포장 등)에 사용되어 주민갈등을 초래한 바 있으며, 원전지원사업도 '눈먼 돈'으로 여겨지며 오히려 지역 내 갈등의 원인이 되고 있다 [40, 41, 42, 43]. 또한 원전의 '주민의 원전 수용성

제고'를 위한 재정지원이 증가하는 것에 비해 수용도는 거의 변화가 없어, 현행 지원제도의 문제점이 제기되었으며 이는 도로나 건물(문화회관 등)과 같은 공공시설에 집중된 결과로 해석되기도 하였다 [44].

마지막으로, 정부와 운영기관에 대한 신뢰는 원자력시설의 수용성을 결정하는 핵심적인 요소에 해당한다. 정보제공을 통하여 인식되는 위험의 수위를 낮추고, 경제적 편익을 제공하여 인식되는 편익의 수위를 높이더라도 정책의 이행주체라고 할 수 있는 정부와 기관에 대한 신뢰가 낮으면, 결국 정보의 신뢰성과 정책의 이행가능성에 의구심을 가질 수 있다. 일반인들의 신뢰는 원자력의 복잡하고 난해한 기술적 측면보다는, 정부가 원자력 관리에 관한 정보를 투명하게 공개하고 있다는 인식에서 형성된다 [34]. 그러나 2020년 사용후핵연료 관리정책 재검토 위원회에서 실시한 설문에 따르면, 정부와 운영기관이 제공하는 사용후핵연료 관리정책 정보에 대한 신뢰도는 각각 68%, 48%수준에 불과했다 [45]. 또한 2021년 엠브레인에서 실시한 인식조사 설문에 따르면, 정부와 운영기관(한수원)이 제공하는 원자력발전 관련 정보에 대한 신뢰도는 각각 49.6%, 61.1% 수준이었다 [46]. 이러한 정부와 운영기관에 대한 낮은 신뢰도는 기존의 원자력 시설 운영 과정과 정책이행과정에서의 경험에서 비롯된 것으로 판단된다. 중・저준위 방폐장 건설 사업의 초기, 후보지들에 대한 정부기관의 하향식 접근(DAD) 방식은 후보지역의 격렬한 반대운동을 초래하였으며, 지역의 자율성을 무시한 정부에 대한 불만이 고조되었다. 이후 한수원의 고리원전 전원 상실 사고 은폐시도(2012), 원전부품 시험성적 위조(2013) 사건에서 운영기관의 불투명성 및 폐쇄성이 여실히 드러났으며, 경주 중저준위 방폐장 유치 이후 보상 이행과정에서 발생한 정책의 비일관성(한수원 본사 이전 등 경제적 인센티브의 방향과 규모) 또한 불신을 야기하였다. 에너지정책 전반에 대한 비일관성 또한 정부의 에너지정책에 대한 신뢰저하의 주요 원인으로써 지적되었으며, 정치적 견해에 의해 에너지정책이 일변한다는 인상을 심어주고 있다. 2014년 발간된 제2차 에너지기본계획(2014)에서는 원자력에너지에 대한 국민수용성 저하를 인식하면서도, 전력수요 충족을 위한 원자력발전량

유지의 불가피성을 인정하였다. 그러나 제3차 에너지기본계획(2019)에서는 원자력발전의 점진적인 감축을 명시하였다. 2년마다 발행되는 전력수급기본계획 또한 장기적인 관점에서 수립되지 않고 변화가 잦다는 동일한 비판이 제기된다. 에너지기본계획의 하위계획인 전력수급기본계획의 특성상, 원자력발전의 목표 비중은 에너지기본계획에 기초한다. 제7차 전력수급기본계획(2015)이 제2차 에너지기본계획에 기초하여 원자력발전 지속을 명시한 반면, 제 8차(2017), 제 9차(2020) 전력수급기본계획은 제3차 에너지기본계획과 마찬가지로 점진적인 원전 감축을 제시하였다.

제 2 절 대응방안

국내 원자력에너지의 수용성 위기요인의 대응방안 연구를 위해, 핀란드와 스웨덴의 사례를 살펴보고자 한다. 핀란드와 스웨덴은 사회적 합의를 바탕으로 고준위 방폐장 유치 및 건설에 성공했다. 핀란드와 스웨덴의 국가 및 원전 현황 및 사용후핵연료 처분장 건설과정, 원자력시설의 수용성에 영향을 주는 세 가지 핵심요소에 대한 양국의 사례를 요약하면 다음 표 1과 같다 [47, 48, 49, 50, 51].

구분	핀란드	스웨덴
일반 현황	-인구: 약 558만명, (16.5명/km^2) -원전: 5기	-인구: 약 1,026만명, (22.8명/km^2) -원전: 6기
방폐장 건설 과정 개요	-'83 사용후핵연료 관리정책 검토 시작 -'93 부지선정절차 착수 -'01 Olkiluoto를 부지로 선정 -'15 최종처분장 건설인허가 절차 승인	-'80 지질학적 탐사 시작, 지역의 반대에 무산 -'92 새로운 부지선정절차 착수 -'09 Forsmark를 부지로 선정 -'22 최종처분장 건설인허가 절차 승인
위험 인식	-타 지역에 비해 높은 원자력 산업 이해도 -미디어 홍보, 시설개방 및 주민 초대를 통한 인식개선 *연 15,000건의 시설견학	-타 지역에 비해 높은 원자력 산업 이해도 -'03~'09년까지 60여건의 간담회 *주민, 환경단체, 지자체, 정부부처 대상
경제적 편익	- Eurajoki시의 원자력시설에 대한 높은 경제적 의존도 - POSIVA 본사 이전 - 타 시설(0.4~1.0%)보다 높은 세율(2.85%) 부과	-20억 SEK(한화 3,300억원) 규모의 유치지원금 지원 -사회간접자본 형태로 지원 *교육, 복지, 기반시설, 비즈니스 개발 등
정부와 기관에 대한 신뢰성	-자율신청 및 거부권 부여 -'원자력 공동체' 형성 : 기관 및 직원의 지역주민化, 공청회와 시설개방행사를 통한 폐쇄성 탈피	-자율신청 및 거부권 부여 -독립적인 3개의 기관 설치

표 1. 핀란드와 스웨덴의 방폐장 건설과정 개요 및 수용성 영향 요소

핀란드는 1983년 사용후핵연료 관리를 위한 정책 검토를 시작했으며, 93년부터 영구처분을 위한 부지조사를 실시했다. 지자체들의 자발적인 후보지 등록 후, 검토 결과 4개의 지자체(Eurajoki 시의 Olkiluoto, Aanekoski 시의 Kivetty, Kuhmo 시의 Romuvaara, Loviisa 시의 Hastholmen)가 후보지로 선정되었다. 4개의 후보 지자체 중 이미 원자력

시설이 가동중이던 Eurajoki 및 Loviisa 지역은 사회적 수용성, 운송비용, 기반시설 측면에서 타 후보지보다 더 적합하다고 판단되었고, 두 지역이 최종검토 대상으로 선정되었다. 1997년 Eurajoki와 Lovissa에 대한 환경영향평가가 실시되었으며, 이후 2001년 핀란드 의회에서 Eurajoki 시의 Olkiluoto섬을 부지로 확정하고 2004년 Olkiluoto 부지 지하에 지반연구시설인 ONKALO[4)]가 착공되었다. 2012년 핀란드의 사용후핵연료 관리 법인기업인 Posiva는 환경영향평가서를 토대로 건설허가 신청서를 제출하고, 2015년 핀란드 정부로부터 최종처분장 건설허가를 받게되었다.

스웨덴은 1980년대부터 방폐장 건설을 위한 지질학점 탐사를 시작했으나, 초기 입지선정방식은 지역사회의 격렬한 반대에 부딪혀 부지선정 과정은 난항을 겪었다. 1992년, 스웨덴의 사용후핵연료 관리 기업인 SKB는 새로운 부지선정 전략으로써 전국의 지자체들에게 처분장 설치를 위한 타당성 조사에 자발적으로 협조해줄 것을 요청했다. 이러한 요청에 대해 2개의 지자체(Strouman, Mala)가 조사에 긍정정 반응을 보였으나, 해당 도시의 주민들의 반대에 의해 타당성 조사는 무산되었다. 이후 1995년 원자력시설을 보유한 지자체들을 대상으로 다시 협조를 요청하였고 Osthammar, Oskarshamn, Tierp, Alvkarleby 등 6개 지자체가 조사 대상지로 선정되었다. 2000년 11월, 타당성 조사 결과 6개의 지자체 중 Osthammar, Oskarshamn, Tierp 세 개 지자체가 부지조사 대상지로 선정되었으나 Tierp는 이에 대해 거부권을 행사했다. 2002년부터 Osthammar와 Oskarshamn 지역에 대해 부지조사와 환경영향평가가 실시되었고 2009년 최종적으로 Osthammar 시의 Forsmark가 영구처분장 부지로 선정되었다. 2011년 SKB는 처분장의 입지/건설 허가 신청서를 스웨덴 정부에 제출했으며, 2022년 1월 정부에 의해 영구처분장 건설이 승인되었다.

위험인식에 관하여, 핀란드와 스웨덴의 사례는 지역주민의 수용성이 시설에 대한 이해도에 영향을 받는다는 점을 시사한다. 핀란드의 Posiva

---

4) 2019년부터 ONKALO를 상표등록하여, Olkiluoto의 최종처분시설 전체를 아우르는 말로 사용하고 있다.

가 작성한 환경영향평가서와 스웨덴의 SKB가 작성한 환경영향평가서에 따르면, 방폐장 부지 선정 과정에서 해당 지역주민들의 높은 원자력 시설 친숙도 및 이해도가 긍정적인 영향을 미친 것으로 확인되었다 [48, 50]. 핀란드의 경우 Eurajoki 시와 Loviisa 시가 원자력시설에 대한 수용성이 높은 것으로 평가되었으며, Eurajoki 시에는 원전과 중저준위 방폐장, 사용후핵연료 중간저장 시설이, Loviisa 시에는 원전과 중저준위 방폐장이 이미 가동중이었다 [52]. 스웨덴에서도 마찬가지로 원자력시설의 존재는 방폐장의 수용에 긍정적 영향을 미쳤다. SKB는 최종검토 지역인 Osthammar와 Oskarshamn 시 주민들이 원자력발전소와 영구처분장에 대해 다른 도시들에 비해 긍정적인 평가를 하고있는 것으로 확인했으며, 해당 이유로 원자력시설에 대한 높은 이해도를 제시했다. Osthammar에는 원자력발전소와 중저준위 방폐장(SFR)이, Oskarsham에는 원자력발전소와 사용후핵연료 임시저장소(CLAB)가 위치해있는 반면, 최종검토 직전에 탈락한 Tierp와 Alvkarleby에는 원자력 시설이 없었다. 핀란드와 스웨덴 양국은 이러한 배경조건에 더하여, 미디어를 통한 홍보 및 정보 제공으로 위험인식을 개선하고 잘못된 정보가 확산되는 것을 방지하고자 했다. 또한 시설에 대한 적극적인 공개와 견학, 주요 집단과의 간담회를 통해 시설의 폐쇄성을 탈피하고자 하였다. 핀란드는 미디어를 통한 홍보와 시설개방, 주민 초대를 통해 시설에 대한 인식을 개선하고자 했으며, 연 15,000건의 시설 견학이 이루어졌다. 스웨덴 역시 시설에 대한 적극적인 공개와 고준위방폐물 연구시설에 대한 견학투어를 제공하였고 신문, 방송, 라디오 등의 프로그램과 정보 책자, 전시회 등의 매체를 통하여 사회문제로써 사용후핵연료 관리에 대한 정보를 제공하였다 [53]. 또한 원자력시설 수용성이 높은 지역인 두 지역에서 다양한 집단을 대상으로 간담회를 개최하여 주민들의 위험인식 개선과 요구사항에 대한 논의를 진행했다. 스웨덴에서 8년간 60여차례 진행된 집단별 주요 간담회 내용은 표 2와 같다 [47]. 대부분의 집단이 방폐장의 안전에 대해 중점적으로 간담회를 진행한 반면, 지역 주민들은 생활에 실질적인 영향을 주는 요인에 대해 질의한 것을 알 수 있다.

집단	주요 간담회 내용
지역 주민 (Osthammar, Oskarshamn)	교통, 소음, 지하수 침수
환경단체	부지선정 절차 및 방법, 저장고의 장기적 안전
지자체 (Osthammar, Oskarshamn)	처분장 시설, 지역환경문제, 최종처분장 폐쇄 이전 / 이후의 안전
정책집단 (Swedish Council for Nuclear Waste. etc.)	환경영향, 저장고의 장기적 안전, 부지선정 절차 및 방법, 캐니스터 회수 효과
인접국가	최종처분장 운영간 대기 및 해양을 통해 자국에 미칠 수 있는 환경 영향

표 2. SKB의 집단별 간담회 내용

경제적 편익의 규모와 형태, 집행과정도 참고할만 하다. 핀란드의 경우 직접적인 지원금은 없었으나, Posiva 본사를 수도인 Helsinky에서 Eurajoki 시로 이전하였고, 고용 확대에 따른 세수 증대를 기대하였다. 또한 설치될 방폐장과 시설에 대해 일반적인 시설(0.4% ~ 1.0%)에 비해 높은 부동산 세율(2.85%)을 부과하는 형태로 경제적 편익을 제공하였다. 스웨덴의 Osthammar시가 방폐장 시설에 대해 세금을 걷지 않는 것과 차이가 있다. Eurajoki시의 원자력 시설에 대한 높은 수용성은 방폐장 유치과정에서 제공되는 경제적편익에 영향을 받았는데, 이는 시의 재정이 원자력시설에 이미 크게 의존하고 있었기 때문이다. 방폐장 유치 이전, Eurajoki시에는 이미 원자력시설이 존재했으며 원자력회사인 TVO의 세수(稅收)는 시의 총 세수의 3분의 1에 달했다 [54]. 사용후핵연료가 타 지역으로 이동하면 시설로부터의 세금을 잃게되므로, Eurajoki시는 이를 심각한 경제적 피해로 상정하고 방폐장 유치를 시도하였다. 스웨덴은 방폐장 유치 지역에 대해 20억 SEK(245 million US$, 한화 3,000억

원) 규모의 유치지원금을 약속했고, 지원금의 25%는 방폐장을 유치하는 Osthammar 시에, 75%는 최종탈락한 Oskarshamn 시에 지원하였다. 이는 유치지역인 Osthammar시의 원자력시설이 지속적으로 경제발전 효과를 낼 것을 고려한 결정이었다. 제공되는 지원은 교육, 인프라, 복지, 비즈니스 개발 등과 같은 사회간접자본의 형태로 지원되었다.

마지막 정부와 운영기관에 대한 신뢰도 제고를 위하여, 핀란드와 스웨덴은 주민친화 활동을 통해 지역사회와의 동화를 시도했고 시설개방행사 및 정보공개를 통해 시설의 폐쇄성을 탈피하고자 하였다. 지역사회와의 동화의 일환으로, 핀란드는 Eurajoki시의 Olkiluoto 방폐장을 중심으로 '원자력 공동체'를 구축하고자 하였다. 핀란드의 부지선정과정에서는 공고・열람 등의 정보공개 절차, 공청회 개최 등이 법령으로 제도화 되었는데, Eurjkoki 시 내에서는 제도화된 간담회 외에도 추가적인 지역 커뮤니케이션을 조직되었다. 시의 대표자와 기관의 대표자가 참가하는 소통그룹 등 가능한 많은 이해관계자가 '공동체'에 참여하도록 유도하였다고 볼 수 있다 [53]. 또한 미디어를 통한 홍보활동의 일환으로, POSIVA는 시의 각 세대를 대상으로 정기간행물을 제작하였다. 간행물은 정보전달의 일환으로써도 사용되었지만, 소통의 매체로도 활용되었고, 주 목적은 기관 및 기업의 전문가들과 지역주민들과의 거리감을 줄임으로써 신뢰를 확보하는 것이었다(기관직원의 지역주민化). 이를 위해 두 집단이 같은 지역사회에 속한 것으로 묘사하였으며, 지역주민들에게 ONKALO가 지역에 기여하는 내용과 건설 후 지역사회의 미래을 상기키시는 한편 방폐장 건설과정에서 지역주민의 의견 반영정도 등을 스스로 검토할 수 있도록 하였다 [51]. 스웨덴의 Osthammar시는 1995년부터 부지선정에 관한 모든 절차를 검토할 독립적인 3개의 위원회를 조직하였으며, 각각 장기안정성 검토, 환경영향평가서 검토, 의사소통 증진의 임무를 부여하였다. 지방정부의 노력에 더하여 SKB는 선제적 정보 제공, 시설 견학, 소규모 모임등을 통하여 지역주민과의 소통을 통해 신뢰를 확보하고자 하였다 [59]. 위와 같은 핀란드와 스웨덴의 노력은, 정책진행과정에서 가능한 많은 이해관계자의 참여를 유도하여 신뢰성을 확보하고

방폐장 사업이 ‘우리 지역’의 사업임을 상기시키고자 하는 것으로 평가할 수 있다.

핀란드와 스웨덴의 사례를 바탕으로, 수용성 위기에 대한 대응방안을 제언하고자 한다. 첫째, ‘원자력 공동체’(nuclear community)의 형성을 통해 신뢰도를 확보해야한다. 원자력시설은 기술의 특성상 대중의 위험인식에 민감하며, 극심한 주민수용성 저하에 부딪히기 때문에 지역사회의 신뢰와 협조가 필수적이다. 많은 연구들이 원자력 시설 예정지 인근 지역사회와의 관계를 다루었고, 해당 관계를 ‘원자력 공동체’로 언급하였다 [51, 54]. 원자력공동체는 정부(정책기관), 사업자, 지역주민간의 정책협조 및 경제적 공동체의 단위나 신뢰 형성의 수단으로써 논의되었다. Hannu(2014)는 핀란드 Olkiluoto에서의 ‘하나의 원자력 공동체’ 형성을 시설의 전문가들과 지역주민이 동화되어 신뢰도가 제고된 사례로써 제시하였고, M. Kojo(2021)는 핀란드와 스웨덴의 사용후핵연료 처분장 부지선정과정에서 운영기관과 지역사회 관계를 원자력 공동체로 칭하며, 두 집단간의 의사소통 및 정책협조를 ‘파트너십’(partnership)의 일환으로 구분하였다. ‘파트너십’은 벨기에의 저준위 방폐장 건설과정에서 방폐물 관리기구와 지역사회와의 관계 협상과정에서 발전한 것으로, 의사결정과정에 대중의 참여를 통해 모든 당사자의 이익 및 이해관계자간의 신뢰를 고려하는 것을 목표로 한다. 이러한 과정은 방폐장 부지선정과정의 모든 이해관계자를 동참시킴으로써 투명성을 확보하는 기반이 된다. 핀란드 Posiva의 지역사회 동화를 위한 노력은 사전신뢰확보의 일환으로 볼 수 있으며, 스웨덴의 Osthammar시 주도하에 안정성 검토 및 의사소통증진을 위한 3개의 위원회를 조직한 것 또한 방안의 일환으로 볼 수 있다. ‘원자력 공동체’는 정부부처, 운영기관(한수원), 지자체(지역주민)간의 공식적인 협의체를 기반으로하며, 정책협조와 의사소통을 위한 창구 역할을 해야한다. 또한 지역주민이 시설의 운영을 국가와 기업의 사업이 아닌 ‘우리 지역의 사업’으로 인식하도록 하는 ‘경제적 공동체’로서도 해당 역할이 강화될 수 있다. 이는 경제적 편익 제공을 통해 진행될 수 있으며, 시설유치과정에서 제공되는 지원금, 운영과정에서 지역경제발전효과

가 지속됨으로써 '우리 지역'의 사업이라는 인식을 높일 수 있다. 시설의 운영 및 정책과정에 시의 대표자가 참석하여 의견을 제시할 수 있도록 보장하는 방안과 시설 운영으로 발생하는 소득의 일부를 시의 재정에 포함하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다.

둘째, 제공되는 경제적 편익의 형태와 집행과정에 개선이 필요하다. 경제적 편익 제공은 시설의 위험수용을 높일수 있는 가장 보편적인 정책수단으로써 여겨져왔다. 핀란드의 Eurajoki시는 원자력시설에 대한 세금수입 의존도가 3분의 1에 달했으며, 방폐장 유치에서 발생하는 세금 수입이 부지선정에 중요한 역할을 했다. 국내 중저준위 방폐장 건설과정에서도 유치지역에 대한 경제적 보상은 4개의 지자체가 유치신청을 하도록 만드는 기대 이상의 결과를 낳았다. 세대를 넘어가는 장기적인 관리가 필요한 방폐장 시설의 특성상, 제공되는 경제적 편익은 지역사회발전에 투자되어 미래세대까지 사용할 수 있어야하며, 시설 인근 주민들에게 일회성의 소모적인 사업으로써 제공되는 것을 지양해야 한다. 국내 중저준위 방폐장 유치지역인 경주에서, 특별지원금이 표심을 위한 선심성 정책과 마을행사와 같은 일회성 사업에 사용되어 갈등이 재생산된 바 있다. 이에 대해서, 스웨덴이 교육, 인프라, 복지, 비즈니스 개발 등과 같은 지역발전을 위한 사회간접자본의 형태인 '투자'의 형태로 지원한 것을 참고할 만 하다.

셋째, 인식되는 위험의 수위가 하향되어야하며, 특히 지역주민들이 시설의 위험을 과도하게 인식하거나 잘못된 위험을 인식하지 않도록 정제된 정보가 제공되어야한다. 하지만 정보제공을 통한 위험인식 개선 및 수용성 제고에는 일정 한계가 있을 것으로 예상된다. 이는 핀란드 및 스웨덴과 한국의 원자력시설에 대한 기본인식과 성향의 차이에서 비롯된다. 핀란드와 스웨덴의 사례에서는 지역주민에 대해 다양한 방법(미디어를 통한 정보제공, 시설 견학, 세미나 등)을 통해 객관적 정보를 제공함으로써 위험을 과도하게 인식하지 않도록 하였다. 해당 사례를 국내에 그대로 적용하기에는 기본성향 측면, 적용시점 상 적절하지 않다. 핀란드는 세계적으로 친핵(親核) 성향을 보이는 대표적인 국가이며, 국민 여론

또한 과반수가 원자력발전에 긍정적이다 5). 사용후핵연료 처분장 건설과정에서 Eurajoki 시의 지역적 반대가 없었던 것은 아니었으나 기본적으로 원자력시설이 존재했고, 원자력산업에 대한 경제 의존도가 매우 높은 수준이었다. 또한 스웨덴이나 우리나라와 달리, Posiva 주도의 하향식 접근법으로 처분장 입지선정을 할 수 있었을 정도로 정부 부문에 대한 신뢰도가 높았다 [55]. 스웨덴의 경우 1970년대 반핵 기조의 중도 당(Center party)의 집권과 1979년 TMI 원전사고를 계기로 모든 원자력발전소의 폐쇄를 결정하였으나, 2010년 의회가 해당 결정을 무효화하고 원자력발전의 지속을 결정한다. 2021년 시행된 국민 여론 또한 원자력발전에 찬성하는 입장이 과반을 넘는 것으로 확인되었다6). 핀란드와 마찬가지로 사용후핵연료 처분장 유치지역인 Osthammar에는 이미 원자력시설이 가동중이었고, 시설에 대한 높은 이해도가 수용성에 대해 긍정적 영향을 보인 것으로 확인되었다. 이렇듯 핀란드와 스웨덴의 사용후핵연료 처분장 부지선정은 국가적인 친 원자력성향과 지역의 높은 이해도가 바탕이 되었다. 그에 반해, 국내의 경우는 원자력정책에 대한 국가의 입장이 정치적 견해에 의해 일변하고 있다. 또한 처분장에 대한 수용성이 매우 낮고, 결정적으로 지역 내 원자력시설의 존재가 시설에 대한 높은 이해도와 수용성으로 연결되지 않는다. 특히 중・저준위 방폐장 건설과정에서 유치지역에 사용후핵연료 관련 시설을 건설하지 못하도록 법에 명시까지 해둔 상황이다7). 또한 적용시기의 적절성에 있어서, 정보제공의 형태와 효율성에 의문이 제기된다. 핀란드의 부지선정은 2001년도에, 스웨덴의 부지선정은 2009년도에 최종 결정되었다. 최종적인 결정이 지역에 대한 정밀조사와 환경영향평가가 종결되는 이후 시점임을 고려하면,

---

5) World nuclear association, Nuclear power in Finland, 2022.
https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/finland.aspx
6) World nuclear association, Nuclear power in Sweden, 2022.
https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/sweden.aspx
7) 중・저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역에 관한 특별법

지역의 수용성을 제고하기 위한 노력은 더 이른 시기에 진행되었을 것이다. 현재 한국과 약 십여 년의 차이가 나는 상황이다. 십여 년의 시간동안 주민들이 접할수 있는 미디어의 종류는 뉴스, TV, SNS, 온라인 커뮤니티 등 폭발적으로 증가했다. 미디어와 정보선택 기준에 대한 연구에 따르면, 사람들은 자신의 입장과 다른 정보보다는 비슷한 정보에 접근하는 경향을 보인다 [56]. 기관이 제공하는 정보를 받아들이는 것이 아닌, 본인의 취사에 맞는 정보를 찾아가는 시대가 되었다. 더욱이 미디어에 대한 선택적 노출이 기존의 자신의 입장과 다른 정보가 제공되었을 때, 오히려 기존의 입장을 강화하는 태도 극화 현상으로 이어질수 있다 [57]. 국내 사용후핵연료 처분장 입지예정지역의 수용성이 기본적으로 좋지 않음을 생각했을 때, 정보제공을 통한 위험인식개선의 효과에 한계가 있을 것으로 조심스럽게 예상해볼 수 있다. 그러나 효율성의 문제가 정보제공을 중단해야한다는 것을 의미하지는 않는다. 핀란드와 스웨덴의 사례를 그대로 답습하지는 못하더라도 그들의 정책의도는 참고할만 하며, 국내에서도 꾸준한 정보제공을 통하여 지역주민과 국민들이 원자력산업에 대해 과도하게 위험을 인식하거나 잘못된 정보를 인식하지 않도록 해야한다. 또한 다양한 매체를 통하여 지역주민과 접촉하고, 원자력정책을 지속적으로 홍보함으로써 '원자력 공동체'를 형성하는 데 일조할 수 있다.

마지막으로, 시설 유치과정에서 지자체의 자율성을 보장해야한다. 핀란드와 스웨덴의 사용후핵연료 처분장, 경주의 중저준위 방폐장 모두 지자체의 자율성(거부권 및 신청)이 주도적으로 행사되었을 때 시설의 최종유치가 가능했다. 핀란드의 지방자치단체들은 의사결정단계에서 상당한 독립성과 자치권을 갖고있었으며, 폐기물 시설 건설의 초기단계인 1987년도에도 중앙정부의 정책에 대한 지방정부의 거부권은 보장되었다 [53]. 거부권 행사와 같은 정책자율성의 보장은 오히려 유치경쟁에서 지방정부들의 주도적인 협상 참여로 나타났다. 부지선정 과정에서 4개의 지자체가 후보지로써 경쟁하고 있었으며, 유치과정의 자율적 신청방법에 따라 방폐장 유치 결정과정에서 중앙정부가 우위에 있게 되었다. Eurajoki시의 의원들은 부지선정과정이 중앙정부의 주도하에 진행될 경

우, 보상요구과정에서 시의 입지가 좁아질 것이라 판단하였고 적극적인 유치 협상에 나서는 계기가 되었다. 국내 중·저준위 방폐장 건설 사업 중 1~3차 사업은 정부주도하에 DAD 방식으로 진행되었고, 지역주민의 격렬한 반대에 무산되었다. 98년도부터 방폐장 입지선정 방식이 정부주도방식에서 유치공모방식으로 변경되었고, 강력한 경제적 보상까지 약속된 후에야 경주가 최종적으로 확정될 수 있었다 [58].

제 5 장 결 론

세계적인 탈 화석연료 추세에 대한 동참이 선진국으로서의 의무가 되어가고 있으며, 국내에서는 화석연료를 대체하여 안정적인 전력공급을 보장할 수 있는 에너지원이 필요하다. 일련의 위험요인에도 불구하고, 한국에서 원자력에너지가 지난 60여년간 그러한 역할을 다해왔음은 부정할 수 없는 사실이다. 하지만 현 국내 원자력산업이 여러 위기에 봉착해 있는 바, 원자력발전이 지속가능하기 위해서는 위기요인이 검토되고 대응방안이 제시되어야 한다.

본 연구에서는, 원자력에너지 이용 간에 발생가능한 위기요인을 에너지 안보의 4As 개념 중 '접근성'과 '수용성' 측면을 중점으로 검토하였고, 해외사례 연구를 통하여 대응방안을 제시하였다. 해당 과정은 기존의 에너지시스템 전반에 적용되던 에너지안보 개념을 단일 에너지원인 '원자력에너지'에 적용하려는 시도의 일환으로 진행되었으며, 추후 단일 에너지원의 위기요인을 구분할 수 있는 하나의 틀(framework)로써 사용될 수 있음을 기대한다.

원자력에너지의 접근성 위기요인은 원자력이 갖는 이중용도적 성격에 기반하며, 국가의 핵확산 가능성이 존재할 때 발생 가능하다. 최근 북한의 무력도발에 대한 국내 핵무장 여론의 대두는, 핵확산 결정의 가장 근본적인 요인이라고 할 수 있는 '정치적 동기'로써 국제사회에 비춰질 가능성이 있다. 즉 원자력에너지의 접근성 위기요인이 발생하는 것을 막기 위해, 핵무장 여론에 대한 경계와 정부차원에서의 비확산 의지 표명, 국제 레짐에서 선도국가로서의 역할수행이 필요하다.

원자력에너지의 수용성 위기요인은 환경적, 사회적 측면에서 발생할 수 있다. 환경적 측면의 위기요인은 원자력발전의 결과로써 발생하는 사용후핵연료이며, 이는 영구처분장과 같은 처리방안의 확보로써 대응 가능하다. 한편 영구처분장은 또 다른 위기요인인 사회적 수용성 측면의 위기요인으로써 논의된다. 영구처분장과 같은 원자력 시설의 수용성에 영향을 주는 요소는 위험인식, 경제적 편익, 정부와 기관에 대한 신뢰이

며, 핀란드와 스웨덴의 사례 분석을 바탕으로 대응방안을 검토하였다. 첫째, 입지예상 지역에서 '원자력 공동체' 형성이 필요하다. 원자력 공동체'는 정부부처, 운영기관(한수원), 지자체(지역주민)간의 공식적인 협의체를 기반으로하며, 정책협조와 의사소통을 위한 창구 역할을 해야한다. 또한 지역에 제공되는 경제적 편익은 주민들이 원자력 시설 건설을 '우리지역'의 사업으로써 인식하게 하여 공동체 형성에 기여할 수 있다. 둘째, 제공되는 경제적 편익의 형태와 집행과정에 개선이 필요하다. 세대를 넘어가는 장기적인 관리가 필요한 원자력 시설의 특성상, 지원금이 일회성의 사업에 사용되지 않도록 하고 지역발전을 위한 용도로 사용되어야한다. 셋째, 꾸준한 정보제공을 통해 지역주민이 시설에 대해 과도하게 위험을 인식하거나 잘못된 정보를 인식하지 않도록 해야한다. 또한 다양한 매체를 통하여 지역주민과 접촉하고, 원자력정책을 지속적으로 홍보함으로써 '원자력 공동체'를 형성하는 데 일조할 수 있다. 마지막으로 지자체의 자율적 신청이나 거부권 행사와 같은 자율성을 보장할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 산업통상자원부, 제3차 에너지기본계획, 2019.
2. 산업통상자원부, 안전하고 깨끗한 세상을 위한 에너지 정보, 2019.
3. 산업통상자원부, 제9차 전력수급기본계획, 2020.
4. 김태현, 에너지안보의 국제정치학, 국제. 지역연구, Vol. 21, No. 3, pp. 27-62, 2012.
5. 도현재, 21세기 에너지안보의 재조명 및 강화방안, 에너지경제연구원, 기본연구보고서 03-07, 2003.
6. Vlado Vivoda, Evaluating energy security in the Asia-Pacific region: A novel methodological approach, Energy Policy, Vol. 38, No. 9, pp. 5258-5263, 2010.
7. Yergin, Daniel, Ensuring Energy Security, Foreign Affairs, Vol. 85, No. 2, pp. 69-82, 2006.
8. Andreas Goldthau, Governing global energy: existing approaches and discourses, Current Opinion in Environmental Sustainability, Vol. 3, No. 4, pp. 213-217, 2011.
9. 이준범, 에너지안보에 대한 이론적 접근: 에너지 수급의 정치경제, 국제평화, Vol. 2, 2005.
10. David von Hippel, Tatsujiro Suzuki, James H. Williams, Timothy Savage, Peter Hayes, Energy security and sustainability in Northeast Asia, Energy Policy, Vol. 39, No. 11, pp. 6719-6730, 2011.
11. Asia Pacific Energy Research Centre, A QUEST FOR ENERGY SEUCIRTY IN THE 21ST CENTRY, 2007.
12. Bert Kruyt, D.P. van Vuuren, H.J.M. de Vries, H. Groenenberg, Indicators for energy security, Energy Policy, Vol. 37, No. 6, pp. 2166-2181, 2009.

13. Jingzheng Ren, Benjamin K. Sovacool, Quantifying, measuring, and strategizing energy security: Determining the most meaningful dimensions and metrics, Energy, Vol. 76, pp. 838-849, 2014.
14. Jean-Marie Chevalier, Security of energy supply for the European Union, European Review of Energy Markets, Vol. 1, No. 3, 2006.
15. Lynne Chester, Conceptualising Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature, Energy Policy, Vol. 38, No. 2, pp. 887-895, 2010.
16. Paravantis, J. A., & Kontoulis, N. Energy security and renewable energy: a geopolitical perspective. In Renewable Energy-Resources, Challenges and Applications. 2020.
17. 국회입법조사처, 국가 에너지 안보와 우라늄 안정 공급 전략, 2010.
18. 국회예산정책처, 원자력 발전비용의 쟁점과 과제, 2014.
19. 강호, 핵 비확산과 세이프가드에 관한 고찰, 국제법학회논총, Vol. 66, No. 3, pp. 67-100, 2021.
20. 과학기술정보통신부, 미국의 원자력 정책 변화와 우리나라의 대응방안, 2017.
21. 이병철, '평화적 이용'에 관한 한미원자력협정과 미국의 이중성, 평화학 연구, Vol. 18, No. 4, pp-27-48. 2017.
22. Man-Sung Yim, Nuclear nonproliferation and the future expansion of nuclear power, Progress in Nuclear Energy, Vol. 48, No. 6, pp. 504-524, 2006.
23. 전봉근, 핵무장론의 허와 실, 국가안보전략, 외교안보연구소, 2016.
24. Eunjung Lim, South Korea's Nuclear Dilemmas, Journal for Peace and Nuclear Disarmament, Vol. 2, No. 1, pp. 297-318, 2019.

25. 한국갤럽, 북한 3차 핵실험에 대한 한국인의 반응은?, 2013.
26. 한국갤럽, 한국갤럽 데일리 오피니언, Vol. 228, 2016.
27. Oswald, R. “If it Wanted To, South Korea Could Build its Own Bomb”, CQ Weekly, 게시일: 4월 11일, 2018.
28. 손상용, 박종희, 한국 유권자들은 정말 핵무장을 원하는가? 실험 설문을 이용한 핵무장 여론 분석, 한국정치학회보, Vol. 54, No. 2, pp. 175-204, 2020.
29. 하경석, 정성윤, 핵확산 논쟁과 북핵문제: 다차원적 분석, 한국정치연구, Vol. 24, No. 1, pp. 141-168, 2015.
30. 김기정, 박한규, 국제레짐의 강제집행력과 개별국가들과의 관계: 1970년대 국제핵비확산레짐과 한국과 일본의 핵재처리정책 비교연구, 한국과 국제정치, Vol. 18, No. 4, pp. 1-33, 2002.
31. 강상규, 원자력의 평화적 이용 신화와 일본의 전후체제, 비교일본학, Vol. 43, pp. 75-106. 2018.
32. 엠브레인, 원자력발전에 대한 인식조사(4차) 보고서, 2019.
33. 박지영, 강충구, 한국인의 에너지 인식: 탈원전과 재생에너지, 아산정책연구원, 이슈브리프, 게시일: 9월 21일, 2020.
34. 정정화, 원전 건설의 주민수용성: 삼척 신규원전 갈등사례를 중심으로, 한국사회와 행정연구, Vol. 26, No. 3, pp. 167-199, 2015.
35. 조성경, 오세기, 원자력시설 및 정책의 수용성에 영향을 미치는 인식인자 도출에 관한 이론적 고찰, 한국에너지공학회지, Vol. 11, No. 4, pp. 332-341, 2002.
36. 이재은, 김영평, 정윤수, 발전원 위험의 사회적 수용성 결정요인 분석, 한국행정연구, Vol. 16, No. 2, pp. 189-218. 2007.
37. 이민재, 정신섭, 박기성, 원자력발전의 위험인식, 효용인식, 투명성이 사회적 수용성에 미치는 영향, 기업경영연구, Vol. 21, No. 4, pp. 253-279. 2014.

38. 차성수, 민은주, 방폐장 부지선정을 둘러싼 갈등과 민주주의, ECO, Vol. 10, No. 2, pp. 43-70, 2006.
39. 한국원자력환경공단, 유치지역사업 현황, 2021.
40. 금주연, “원전지원금은 ‘눈먼 돈’ 지자체 재정 보조 수단 변질”, 경주 타임즈, http://mgjtimes.co.kr/news/article.html?no=6648, 게시일: 2020. 01. 30, 접근일: 2022. 12. 10.
41. 이하늬, 주영재, “원전 마을 지원금 ‘갈등의 씨앗’?”, 주간경향, http://m.weekly.khan.co.kr/view.html?med_id=weekly&artid=202102191440211&code=#c2b, 게시일: 2021. 03. 01. 접근일: 2022. 12. 10.
42. 김영호, “경주 방폐장 지원금은 ‘봉’”, 경북신문, http://www.kbsm.net/news//view.php?idx=90361, 게시일: 2013. 05. 15. 수정일: 2013. 05. 15. 접근일: 2022. 12. 10.
43. 남호일, 경주 방폐장 유치 이후의 갈등 재생산에 관한 연구, 고려대학교 석사학위 논문, 2013.
44. 최한수, 홍우형, 원전 주변지역 지원제도의 경제효과 분석, 재정학연구, Vol. 10, No. 4, pp. 71-104. 2017.
45. 사용후핵연료 관리정책 재검토 위원회, 전국의견수렴 결과 통계자료, 2020.
46. 엠브레인, 2021 원자력발전에 대한 인식조사 결과보고서, 2021.
47. SKB, Consultations according to the Environmental Code: Compilation 2009-2010. 2011.
48. SKB, Environmental Impact Statement, 2011.
49. NDA, Geological Disposal: Overview of international siting processes, 2013.
50. Posiva, Environmental Impact Assessment, 2008.
51. Hänninen Hannu., Yli-Kauhaluoma Sari, The Social Construction of Nuclear Community: Building Trust in the World’s First Repository for Spent Nuclear Fuel. Bulletin of

Science, Technology & Society, Vol. 34, No. 5-6, pp. 133-144. 2014.
52. Topias Siren, Overview of Finnish Spent Nuclear Fuel Disposal Programme, 한국자원공학회지, Vol. 54, No. 4, pp. 367-376, 2017.
53. Matti Kojo, Compensation as Means for Local Acceptance The Case of the Final Disposal of Spent Nuclear Fuel in Eurajoki, Finland, WM2008 Conference, 2008.
54. Mika Kari, Matti Kojo, Markku Lehtonen, Role of the host communities in final disposal of spent nuclear fuel in Finland and Sweden, Progress in Nuclear Energy, Vol. 133, 2021,
55. 한국행정연구원, 비선호시설 입지갈등 관련 해외사례 연구 (스웨덴, 핀란드 방폐장 사례), 2012.
56. William Hart, Dolores Albarracin, Alice H Eagly, Inge Brechan, Matthew J Lindberg, Lisa Merrill, Felling validated versus being correct: A meta-analysis of selective exposure to information, Psychological Bulletin, Vol. 135, No. 4, 2009.
57. 노정규, 민영, 정치 정보에 대한 선택적 노출이 태도 극화에 미치는 효과: 비정치적 온라인 커뮤니티 이용자들을 대상으로, 한국언론학보, Vol. 56, No. 2, pp. 226-248. 2012.
58. 임동진, 원자력 방폐장 입지갈등의 국제비교 및 정책적 시사점 - 한국, 스웨덴 및 핀란드를 중심으로, 한국지방자치학회보, Vol. 28, No. 4, pp. 25-50. 2016.
59. 한국원자력연구원, 해외 고준위 방폐장 부지선정 현황 분석, 2008.

Abstract

Risk considerations and Countermeasures for Nuclear Energy in the ROK : Focusing on Accessibility and Acceptability

Kang, Seong-Yong
Department of Energy Systems engineering
The Graduate School
Seoul National University

In 2022, the new government of the Republic of Korea(ROK) announced the abolition of the 'Nuclear phase-out policy' and pledged to rebuild the nuclear energy industry. Some have suggested concerns that energy policies, which should be made from a long-term perspective, are being transformed by political views, but it is true that strengths and risk factors coexist in nuclear energy. Currently, nuclear energy is on the verge of another leap forward, and it is necessary to review possible risk factors and countermeasures. This study intends to examine the risks and countermeasures in terms of 'accessibility' and 'acceptability' among the 4As concepts of energy

security.

'Energy security' usually means 'the state in which energy source are available without interruption at and affordable price'. Over time, the need for the concept of energy security to be extended to include a variety of factors (political, environmental, and social) as well as supply and price has been raised. The concept of 4As was proposed in this context by *Asia Pacific Energy Research Centre*, and means availability, affordability, accessibility, and acceptability, respectively. While the availability and affordability of nuclear energy can generally be evaluated quantitatively, accessibility and acceptability risk factors are difficult to evaluate quantitatively and conflict with various value judgments, requiring further discussion. Therfore, this study focused on the accessibility and acceptability of nuclear energy.

The accessibility risk of nuclear energy is based on the dual-use nature of nuclear energy and can be caused by the possibility of nuclear proliferation. The recent rise of domestic nuclear-armed public opinion can be seen as 'political motivation' that corresponds to the most fundamental factor of nuclear proliferation, and can cause an accessibility risk that makes it difficulty to introduce technologies such as reprocessing.

Risk factors in terms of acceptability stem from distrust in the safety of nuclear facilities and appear in the form of rejection of facilities. Perception of risk, economic benefits, and trust in the government and operating institutions are discussed as factors affecting the acceptability of nuclear facilities, and countermeasures can be studied based on the cases of Finland and Sweden that succeeded in constructing spent nuclear fuel disposal sites.

This study intends to proposed the following countermeasures in relation to the risk factors of nuclear energy discussed above. As a

countermeasure to secure accessibility, it proposes vigilance against nuclear-armed public opinion, the government's willingness to non-proliferation, and its role as a leading country in the international regime. As a countermeasure to secure acceptability, it proposes the formation of a 'one nuclear community' of the government, institutions, and local communities, the improvement of implementation process of economic benefits, the improvement of risk perception through information provision, and the guarantee of autonomy of local governments.

Keywords : Energy security, Nuclear energy, Nuclear proliferation, Acceptability of nuclear facilities
Student Number : 2021-29583