

'95 춘계학술발표회 논문집

한국 원자력 학회

## AHP 방법을 이용한 후행 원전연료주기 정책 분석

송명재, 신 상운

한국전력공사

요 약

우리나라의 후행 원전연료주기 정책은 경제성이나, 기술성, 환경 영향 등 여러가지 계량, 비계량 지표들을 면밀히 분석하여 궁극적으로 국민의 복지와 민족의 번영에 이바지할 수 있도록 선정되어야 한다. 본 논문에서는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법을 후행 원전연료주기 정책 수립에 이용할 수 있도록 우리나라에서 가능한 후행 원전연료주기 시나리오의 몇가지 예를 제시하였으며, 정책 결정요소로서 에너지 안보와 경제성, 기술성, 국내 사회정치, 국제관계 등 5개의 주기준과 주기준에 종속되는 19개의 보조기준을 선정하였는데, 적절한 후행 원전연료주기 정책대안들을 선정하여 AHP 방법에 따라 정책 결정기준들을 평가한다면 후행 원전연료주기 정책수립과정에 AHP 방법을 효과적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서론

우리나라의 원전연료주기 정책은 선행 원전연료주기중 원전연료의 변환 및 성형가공 기술만 국산화하였을 뿐 원전 연료주기 기술의 핵심이라 할 수 있는 우라늄 농축과 사용 후 원전연료의 재처리 분야는 국제사회의 핵확산 우려라는 보이지 않는 커다란 그늘에 둘러 연구 개발의 필요성마저도 제대로 논의되지 못하고 있는 실정이다. 단지 농축 및 재처리 기술은 국제적으로 민감한 기술이기 때문에 노형전략과 연계시켜 원전연료주기의 기본 방향을 정하고 경제성을 평가한 후 종합적인 기술개발계획을 수립하여야 한다는 막

연한 원칙론만이 제시되었을 뿐, 현재 9기의 원자력 발전소가 운전중에 있고 2006년까지 추가로 14기가 건설되어 2006년이면 총 23기 20,416MWe의 원전을 보유하게 되고, 한국형 경수로 설계기술을 자립하여 바야흐로 원자력 기술 수출국으로의 도약단계에 있으면서도 후행 원전연료주기 정책만은 그렇다 할 방향마저 정립되어 있지 못한 실정이다.

그러나 후행 원전연료주기 정책은 근본적으로 한 나라의 원자력 미래를 결정짓는 중요한 요소로서 시급히 국가적인 차원의 정책이 수립되어야 한다. 여러가지 가능한 후행 원전연료주기 시나리오들중에서 우리나라 실정에 가장 적합한 최적 시나리오를 도출하기 위해서는 경제성 분석법이나 B/C Ratio Method 등 여러가지 방법들이 이용될 수 있다. 하지만 후행 원전연료주기 시나리오들을 평가하는데 있어서는 경제성 뿐만 아니라 기술성, 국내 사회문제 등 정량적으로 표시할 수 없는 다양한 정책요소들이 복합적으로 연관되어 있기 때문에, 다양한 속성의 인자들을 종합적으로 고려할 수 있는 다중인자 분석법을 이용하여야 한다.

본 논문에서는 이러한 다중인자 분석방법의 하나로서 현재 다양하게 이용되고 있는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 방법을 후행 원전연료주기 시나리오 평가에 적용하고자, 우리나라의 실정에서 가능한 몇가지 후행 원전연료주기 시나리오들의 예와 평가기준들(즉, 주기준과 보조기준들)을 제안하였다. 여기서 제시된 평가기준들은 학계와 산업계, 연구소, 규제기관의 전문가들로 구성된 평가위원회의 자문을 받아 결정하였는데, 각 인자간, 시나리오별 비교 분석을 실시함으로써 AHP 방법을 최적 후행 원전연료주기 시나리오 결정과정에 적용할 수 있었다. 그러나 세부적인 평가절차는 본 논문에서 다루지 않기로 한다.

## 2. 후행 원전연료주기 시나리오

한국 원자력학회에서 수행한 장기 원자력 정책방향 설정연구에 의하면 현재 우리나라의 원자력발전소에서 발생하는 사용후핵연료를 어떻게 처리/취급할 것인가에 따라 몇가지의 후행 원전연료주기 시나리오를 수립할 수 있다. 즉, 경수로에서 발생하는 사용후 원전연료는 재사용이 가능한 자원으로 간주하여 적절한 처리과정을 통해 경수로나 중수로에 다시 재순환시키거나 혹은 폐기물로 간주하여 영구처분시키는 것이 가능하고, 중수로에서 발생하는 사용후 원전연료는 그 속에 포함된 희수가능 핵분열성 물질의 농도가 너무 낮아 재사용의 가치가 없는 폐기물로 간주하였다.

따라서 장기 원자력 정책방향 설정연구에 의하면 사용후 원전연료의 처리/이용 방법에 따라 다음과 같은 후행 원전연료주기 시나리오들이 가능하다.

◎ 시나리오 1 : 순환 연료주기

- ▶ 경수로 사용후 원전연료 재처리 (위탁 재처리나 국내 재처리)
- ▶ 회수 플루토늄은 경수로에 MOX연료로 이용
- ▶ 회수 우라늄은 재농축하여 경수로에 재순환

◎ 시나리오 2 : 영구처분 주기

- ▶ 경수로와 중수로에서 발생하는 모든 사용후 원전연료를 영구처분
- ▶ 사용후 핵연료는 일정기간(약 30~40년) 저장후 영구처분

◎ 시나리오 3 : Wait and See 정책

- ▶ 사용후 원전연료 중간저장
- ▶ 국내외 여건 변화 관망
- ▶ 사용후 원전연료의 최종처리에 대한 결정 유보

이외에도 DUPIC 연료주기나 고속중수로 연계주기와 같은 후행 원전연료주기 정책이 가능한데, 후행 원전연료주기 정책의 초기 평가단계에서 평가조건과 목적에 맞추어 기본적인 시나리오가 구성되어야 한다.

### 3. 후행 원전연료주기 정책결정인자

후행 원전연료주기 정책 수립에 영향을 미칠 수 있는 인자들을 결정하기 위해서는 후행 원전연료주기 정책의 속성을 정의할 필요가 있는데, 본 연구에서는 후행 원전연료주기 정책은 한 나라의 에너지 정책이고, 정책 수립시 경제성과 기술성이 고려되어야 하며, 국내뿐만 아니라 국제사회에서도 수용가능하여야 한다고 정의하였다. 이를 토대로 본 연구에서는 최적 후행 원전연료주기 시나리오 선정이라는 목표를 위해 에너지 안보와 경제성, 기술성, 국내 사회정치, 국제관계의 5가지의 주기준을 선정하였다.

주기준들을 선정한 후에는 주기준별로 속성을 재평가하여 보조기준들을 선정하였는데, 보조기준들이 너무 상세하게 분류되어 분석시 혼란을 초래하지 않도록 하였으며, 원자력 연료주기 정책과 관련된 속성을 고려하여 객관성, 독립성이 유지되도록 총 19개의 보조 기준을 유도하였다.

### 3.1 에너지 안보

에너지 안보는 국가 에너지 자원의 공급 안정성 측면에서 원전연료주기 정책을 결정하는 인자로서 연료 소요량과 연료공급 신뢰성, 원자력 장기전망, 시나리오의 신뢰도 등 4가지의 보조기준으로 분류하였다. 즉, 연료 소요량이 많을수록 에너지 안보측면에서 불리하다고 볼 수 있으므로 시나리오별 천연 우라늄 소요량이나 농축우라늄 소요량으로부터 시나리오별 중요도를 비교할 수 있을 것이다. 연료공급 신뢰성은 에너지자원의 다변화 측면과 공급 신뢰성 측면에서 살펴보아야 하는데, 공급원이 다양하고 연료의 수용성이 높을수록 에너지자원의 공급원 다변화 측면에서 유리하다고 볼 수 있다. 또 원자력 장기전망은 어떤 시나리오가 우리나라의 장기적인 원자력 개발 전망에 이바지할 수 있을 것인가에 관한 평가인자이고, 시나리오의 신뢰도는 어떠한 여건 변화에도 좌우되지 않는 시나리오는 무엇인지를 평가하는 항목으로서 원자력 연료의 적극적인 활용 여부와 타산업 분야에 미치는 영향, 고용 효과와 투자규모 등으로부터 시나리오별 선호도를 비교할 수 있다.

### 3.2 경제성

경제성은 할인 비용과 투자비 규모, 민감도의 3가지 보조기준으로 분류하였는데, 할인비용은 시나리오의 경제성을 평가하는 직접적인 척도로서 OECD 방법을 이용하여 평가한 결과를 이용할 수 있을 것이다. 투자비 규모는 일시적인 투자규모가 클수록 자금조달이 어려운 점을 평가하는 인자이며, 민감도는 주요 비용평가요소들의 기준값이 변화되었을때의 영향을 평가하는 요소이다.

### 3.3 기술성

후행 원전연료주기 정책은 우리나라의 기술수준과 산업수준, 기술협력 가능성 등 기술적인 측면을 고려하여 실현가능한 정책을 수립하여야 하는데, 기술성은 실현 가능성과 기술협력 가능성 인허가 용이성, 국산화 가능성의 4가지 보조기준으로 분류하였다. 실현 가능성은 기술적으로 이미 입증된 기술이나 공정을 이용하는지와 현재의 기술수준이나 운전방식이 개선되었을때 미치는 영향 등을 평가하는 인자이며, 기술협력 가능성은 국제시장으로부터 기술협력을 받기가 용이한지를 평가하는 인자이다.. 인허가 용이성은 원자력 시설의 안전성과 이미 실용화된 공정인지의 여부 등에 따라 중요도가 영향을 받게 되

는 인자로서 새로운 인허가가 필요한 원자력 시설의 갯수로부터 시나리오별 선호도를 평가할 수 있을 것이다. 끝으로 국산화 가능성은 원자력 에너지를 준국산화시킬 수 있는 최적의 시나리오인지와 장·단기적인 측면에서 시나리오 관련 기술의 국산화 가능성을 평가하는 인자이다.

### 3.4 국내 사회정치

각 국가마다 그 나라 고유의 사회적, 정치적 특성을 안고 있으며, 후행 원전연료주기 정책을 수립할 때에는 그러한 고유의 특성을 반영하여야 한다. 예를 들어 사회적으로 원자력발전 자체가 용납되지 않는다면 스웨덴과 같이 원자력발전을 점진적으로 폐지하는 방향으로 정책을 수립하여야 하며, 방사성 폐기물이나 핵안전성이 주요 정치적 현안이 되고 있다면 이러한 문제점들을 최소화시킬 수 있는 방향으로 후행 원전연료주기 정책을 수립하여야 한다. 따라서 국내 사회정치 항목은 부지 소요량과 국내 사용후 원전연료 운송량, 환경 영향, 국민 수용성, 정부 정책의 5가지 보조기준으로 분류하였다.

### 3.5 국제관계

사용후 원전연료의 처리와 관련된 모든 사항들이 국제적으로 아주 민감한 반응을 불러 일으킬 수 있고, Green Peace 등 국제압력단체의 영향력이 갈수록 거세어질 것으로 예측되기 때문에 국제관계를 면밀히 분석하여 후행 원전연료주기 시나리오를 수립하여야 하므로 국제협력과 핵안전성, 사용후 원전연료의 해외운송량을 국제관계의 보조기준으로 분류하였다.

이를 Hierarchy로 나타내 보면 그림 1과 같다.

## 4. 결론

AHP 방법을 후행 원전연료주기 정책결정과정에 이용하기 위해서는 여기에서 제시된 Hierarchy를 토대로 주기준간, 각각의 주기준별 보조기준간, 각각의 보조기준별 시나리오간 상대적 중요도를 평가하여 이를 AHP 프로그램에 입력시키면 된다. 그러나 상대적인 중요도의 평가는 의사결정을 하는 그룹이나 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 이해집단의 견해가 종합적으로 반영될 수 있도록 평가그룹을 구성하여야 하는데, 본 저자들이 수행해 본 평가결과에 의하면 적절한 후행 원전연료주기 정책대안들을 선정하여 AHP 방법

에 따라 정책결정기준들을 평가한다면 후행 원전연료주기 정책수립과정에 AHP 방법을 효과적으로 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

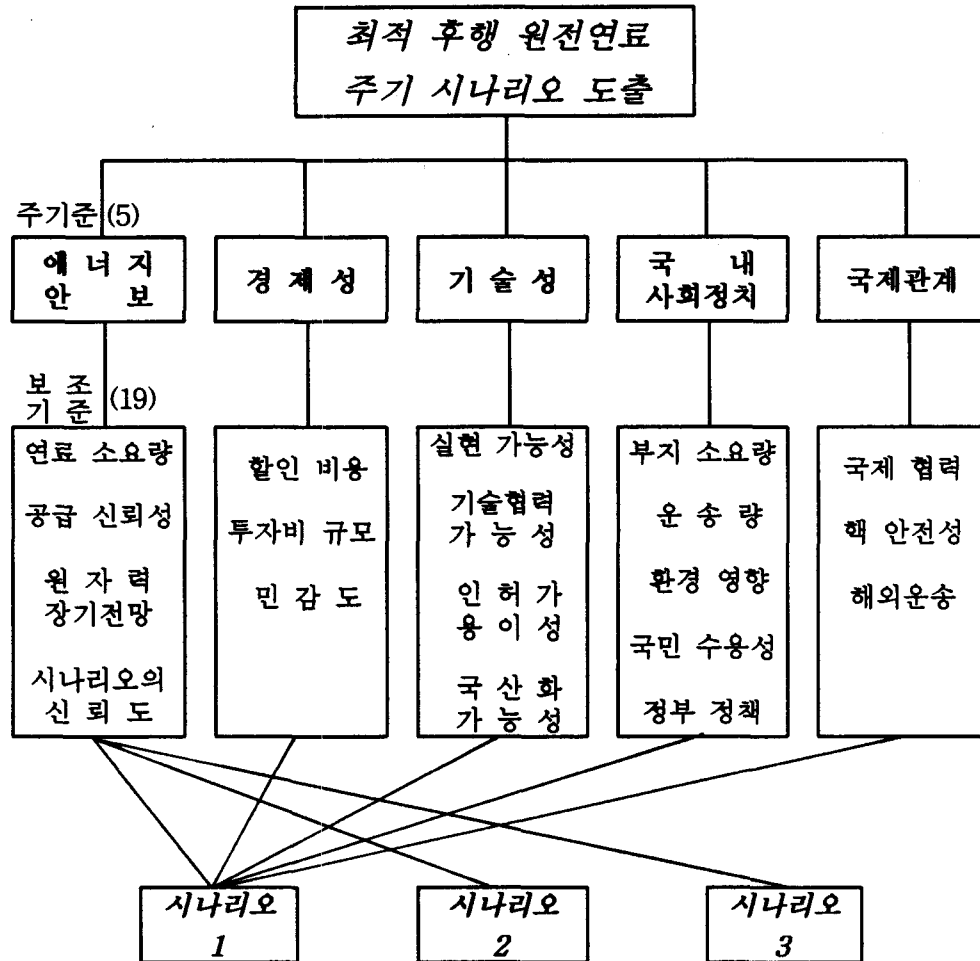


그림1. 후행 원전연료주기 시나리오 평가를 위한 Hierarchy