

국제 핵비확산 체제의 강화와 미국의 정책

이병욱, 오근배, 이광석, 고한석, 원병출

한국원자력연구소

요 약

본 연구의 목적은 플루토늄 이용 국제환경을 조사·분석하여 우리나라의 플루토늄 이용 환경조성에 기여하는데 있다. 플루토늄 이용 국제환경에 영향을 주는 것으로는 크게 핵비확산 체제, 플루토늄 이용에 대한 부정적 시각, 그리고 미국의 핵비확산 정책을 들 수 있다. 본 논문에서는 플루토늄 이용 환경을 이러한 세 요소에 입각해서 분석하였으며, 향후 플루토늄 이용에는 현재보다 더욱 엄격한 국제적 통제가 수반될 것으로 평가된다.

1. 서 론

1980년 중반부터 우리나라는 원자력기술 자립을 의욕적으로 꾸준히 추구하여 1990년대 중반에는 원전기술 자립을 달성하였으나, 핵연료주기기술 중 핵심분야라 할 수 있는 농축 및 재처리 분야에의 접근은 아직 요원한 상태이다. 그러나 경제 성장에 따라 원자력 발전이 계속 증대될 수밖에 없는 우리나라의 실정에서는 장기적으로 핵연료주기기술의 자립이 필요할 것인바 이에 대한 연구개발은 꾸준히 진행하면서 미래에 대비해야 할 것이다.

본 연구는 국제 핵비확산 체제의 동향과 플루토늄 이용에 가장 큰 영향을 미치고 있는 미국의 원자력 대외정책을 분석하여, 플루토늄 이용을 위한 환경조성 방안의 기초로 삼고자 한다. 이러한 목표를 달성하기 위하여 아래의 세 가지 측면에서 접근하였다. 첫째, 국제 핵비확산체제 동향은 IAEA의 안전조치 강화와 원자력 수출통제의 투명성 증진 및 포괄적 핵실험 금지조약에 대해 분석하였다. 둘째, 플루토늄 이용 환경은 플루토늄을 활발히 이용하고 있는 국가들의 동향과 플루토늄 이용에 대한 긍정적·부정적 요인들을 분석하였다. 셋째, 핵비확산을 이유로 플루토늄 이용을 억제하고 있는 미국의 원자력 대외정책, 해체 핵무기 플루토늄 처분정책 그리고 핵무기급 분열성물질 생산금지조약(Cut-off Treaty)과 미국이 향후 전개할 것으로 예상되는 그 후속 조치들을 조사·분석하였다.

2. 국제 핵비확산 동향¹⁾

가. IAEA 안전조치체제 강화

IAEA의 전면안전조치를 받고 있던 이라크, 북한 등의 핵개발 의혹이 대두됨에 따라 신고하지 않은 원자력 활동을 탐지할 목적으로 '강화된 안전조치체제'(SSS: Strengthened Safeguards System)가 1997년 5월 IAEA 특별이사회에서 승인되었다. IAEA가 강화된 안전조치를 적용하기 위해서는 각 국가와 추가의 의정서를 체결해야 하는바, 이를 위해 추가의정서 모델을 INFCIRC/540²⁾으로 발간하였다. 이 문서의 주요 내용은 다음과 같다.³⁾

1) 한국원자력연구소, 「원자력 대외정책 연구」, KAERI/RR-1807/97.

2) INFCIRC/540의 제목은 "MODEL PROTOCOL ADDITIONAL TO THE AGREEMENT(S) BETWEEN STATE(S) AND THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY FOR THE APPLICATION OF SAFEGUARDS"이다.

3) IAEA, IAEA Bulletin, Dec. 1997.

- 우라늄 채광부터 폐기물 처분까지를 포함하는 당사국 핵연료주기의 모든 활동 및 핵물질이 존재하는 장소에 관한 정보제공과 사찰관의 접근 허용
- 원자력 부지의 모든 건물에 대한 정보제공과 사찰관의 접근 허용
- 핵연료주기 관련 연구개발에 대한 정보제공과 사찰관의 접근 허용
- 원자력 관련 장비제조 및 민감기술의 수출에 관한 정보제공 그리고 장비제조 및 수입장비 소재지에 대한 사찰관의 접근 허용
- IAEA가 필요하다고 할 경우(이사회 의 승인 필요) 신고된 원자력 관련 장소 외 지역에서의 환경시료 채취
- 사찰관 선정절차, 복수비자 발급 및 사찰관의 통신수단 이용 등에 관련된 행정적 편의 제공

SSS는 기존의 전면안전조치 체제와는 그 기본 개념이 약간 다르다. 기존의 안전조치가 정확한 핵물질의 계량을 통하여 핵물질의 오용을 방지하는데 목적이 있다면 새로운 안전조치 강화 방안은 각 국가의 원자력 능력과 원자력 연구개발 동향을 계속 추적함으로써 신고하지 않은 원자력 활동이 존재하는지의 여부를 판단하는데 주목적이 있다. 따라서 안전조치 강화체제에서 도입한 평가방법은 정성적인 평가가 주가 된다.

나. 원자력 수출통제

일반적으로 원자력 수출통제가 핵확산을 방지한다는 것은 의문의 여지가 없으나 핵확산을 방지하기 위한 IAEA 안전조치체제가 운용되고 있는 마당에 ①수출통제가 추가적으로 필요한가, ②실질적으로 수출통제가 핵확산 방지에 기여했는가에 대해서는 논란이 있어 왔다. 원자력 수출통제의 기본 목적이 핵비확산에 있으므로 수출통제 시행시 기술적 특성을 고려하여 객관적 관점에서 실시해야 한다. 그러나 수출통제가 단순히 기술적 기준에 의해 결정되기보다는 정치적 기준에 의해 좌우될 수 있다는 점에서 개도국들은 원자력수출통제체제의 투명성 증진을 요구하기 시작하였으며, 이를 해결하기 위하여 NSC를 중심으로 투명성 증진을 위한 작업이 진행중에 있다.

다. 포괄적핵실험금지조약 (CTBT)

지하를 포함한 모든 장소에서의 핵실험을 금지하는 CTBT가 1996년 9월 10일 유엔총회에서 결의안으로 채택되었고 9월 24일 기탁처인 유엔사무국에서 서명을 위해 개방되었다. 이 조약은 발효 요건으로서 조약의 부속서 2에 열거되어 있는 44개국의 비준이 있어야 발효된다. 그러나 여기에 포함되어 있는 인도, 파키스탄, 북한이 아직까지 서명하지 않고 있어서 조약 체결 후 3년 이내의 발효는 아직까지 불투명한 것으로 판단된다. 1997년 12월말 현재 이 조약에 서명한 국가는 모든 핵보유국을 포함하여 149개국에 달하며, 8개국이 비준하였다. CTBT는 검증체제를 운영할 예정인데 주요 검증수단은 지진파 탐지, 수중음파 및 공중음파 탐지 그리고 방사능 핵종의 탐지를 포함하며, 의심이 있을 경우 현장사찰을 실시할 수 있도록 조약에서 규정하고 있다. 이러한 검증을 목적으로 검증체제의 일부가 구축·운영되고 있으며, 임시사무국(PTS: Provisional Technical Secretariat)⁴⁾이 비엔나에서 업무를 시작하였다. CTBT는 핵무기보유 의혹국의 핵실험을 탐지함으로써 핵확산을 방지하고 핵보유국들의 수직적 핵확산 방지에 기여하게 될 것이나 NPT 가입 핵비보유국에는 영향을 미치지 않을 것으로 평가된다.

라. 핵비확산 동향 평가

원자력 이용개발에 대한 국제적인 통제체제는 원자력을 이용하는 각국의 투명성 증진을 요구하는 방향으로 흘러가고 있다. 앞에 기술한 바와 같이 안전조치 강화는 비밀리에 핵활동을 추진하는 국가들을 탐지하고 관련 조치를 취하는데 목적이 있으므로 세계 각국의 원자력 이용개발 투명성을 확보하는데 도움을 줄 것이다. 원자력 수출통제의 투명성은 수출심사시 어떠한 정

4) 조약이 발효되면 공식 기구인 CTBTO(Comprehensive Test Ban Treaty Organization)으로 개명될 것이다.

치적 또는 기타의 문제와 관련시키지 않고 수출통제의 기본 취지에 맞게 이행하도록 하는 것인데, 향후 NPT 평가회의에서 주요 이슈로 계속 제기될 것이다. CTBT가 발효하게 되면 기존의 핵보유국 및 핵보유 의혹국들의 핵실험을 국제법적으로 금지하는 법적 기반을 구축하게 된다. 따라서 앞에 설명한 국제적인 조약이나 이에 따른 통제조치들은 핵비확산 체제 강화의 일환이기도 하지만 반면에 원자력의 평화이용을 증진시키기 위한 기반을 구축하는 계기가 될 것이다.

3. 플루토늄 이용에 미치는 요인 분석

아이젠하워 대통령의 1953년 유엔 연설에 따라 원자력의 평화이용 프로그램이 시작된 이래 상용 원자력 발전에서 생성되는 Pu은 재사용될 것이라는 생각이 일반적이었으며, 자원 빈국의 에너지 자립을 가능케 할 것이라고 생각되었다. 그러나 1977년 카터 행정부는 미국에서의 재처리를 무기한 연기하고 고속 증식로의 역할을 약화시키는 정책을 채택하였다. 이 정책은 전적으로 핵확산 위험에 따른 두려움에 기초한 것이었다. 미국은 자국의 상업적 재처리 무기한 연장 정책에 따라 다른 국가들도 그렇게 할 것이라고 생각했으나 서유럽, 일본, 러시아 등의 정책을 수정시키는데는 실패하였다. 플루토늄 이용개발에 대한 국제적인 논란은 미국의 핵비확산법 발효 이후 본격적으로 진행되었으며, 이에 관한 논쟁은 아직도 계속되고 있는데 그 주요 내용을 요약하면 다음과 같다.

가. 긍정적 요인

- ① 유용한 자원의 확대 재생산 : 사용후 핵연료에 남아 있는 플루토늄을 재처리, 회수하여 재활용할 때 이는 엄청난 가치로 확대 재생산할 수 있다.
- ② 환경보전 요구에 부합 : 지하에 묻어버림으로써 발생할 수 있는 환경오염을 방지할 수 있으며, 천연우라늄 사용량 절감에 따른 채광 소요량 감소로 천연자원을 보존할 수 있다. 또한 재활용함으로써 처분해야 할 사용후핵연료의 양을 줄임으로써 이의 저장공간을 절감하며, 재처리·재순환 과정에서 장수명 핵종을 제거함으로써 처분해야 할 장수명 핵종의 양과 준위를 감소시킬 수 있다.
- ③ 경제성 : 혼합핵연료의 가공에는 플루토늄과 혼합된 천연 또는 감손우라늄이 사용되기 때문에 농축 단계가 생략된다는 점에서 경제적이며, 재처리를 폐기물 처분의 한 방법으로 볼 때 경제적이다.
- ④ 해체 핵무기에서 나오는 플루토늄의 소진 : 플루토늄을 상용로에서 연소시키면 핵확산으로 전용될 핵물질 자체가 없어지게 되므로 핵확산을 방지할 수 있으며, 에너지의 자원적 가치를 충분히 활용할 수 있다. 반면에 이를 유리화 등의 방법으로 저장하거나 처분한다면 언젠가는 다시 회수하여 핵무기 재료로 이용될 수 있으므로 근본적인 해결책이 되지 못한다.

나. 부정적 요인들

- ① 핵확산 위험 : 사용후 핵연료에 함유된 플루토늄은 핵분열성 원소의 함유율이 높아 플루토늄 이용이 늘어날 경우 정치적·심리적으로 핵확산의 가능성이 존재한다. 또한 아무리 잘 통제된 체제하에서 플루토늄을 이용하더라도 핵확산을 100% 억제하기는 불가능하다.
- ② 플루토늄의 맹독성과 긴 반감기 : 플루토늄은 생물학적 영향이 큰 알파 방사선을 방출하며, 인간의 체내에 침착될 경우 체류시간이 길고 배설이 곤란하며, 인체의 중요기관에 축적될 경우 암의 원인이 되기 때문에 취급에 있어서 어려움이 많으며, 장기간의 반감기로 인하여 한번 체내에 축적되면 오랜 기간동안 남아있게 된다.
- ③ 경제성 : 현재 우라늄 가격이 하향 안정세를 지속하고 있어 단·중기적으로 플루토늄 이용이 경제성을 확보하기는 어려우며, 에너지 안보차원에서 플루토늄을 이용하는 것보다는 저농축 우라늄을 원전 수명기간동안 비축하는 것이 더욱 경제적이라고 보는 시각도 있다.

일반적으로 플루토늄 이용을 반대하고 있는 극소수의 일부 국가들은 플루토늄의 부정적 요인을 부각시키려고 노력하고 있는 반면 플루토늄을 이용하고 있거나 이용하려는 국가들은 긍정적인 요인을 부각시키고 있어서 어느 요인이 합당하다고 결론을 내릴 수는 없다. 플루토늄 이용 문제는 각국의 주권에 관한 사항이며, 각국의 에너지 사정에 따라 긍정적 요인이 의사결정에 주요 요인으로 작용할 수도 있고 부정적 요인이 작용할 수도 있다. 우리나라의 에너지 부존자원 및 에너지 수입의존도 등을 고려하면 플루토늄을 이용하는 국가의 입장에서 검토해야 할 것이다.

4. 미국 핵비확산 정책의 현황과 전망

가. 미국의 핵비확산 정책

미국은 국제 핵비확산 체제의 탄생 및 운영에 주도적인 역할을 하며, 국제 원자력 이용개발 환경에 지대한 영향을 미치고 있다. 미국은 MOX의 이용이 핵확산에 큰 영향을 미친다고 보고 미국과 관련된 핵물질을 통하여 생성된 플루토늄의 이용에 대하여 엄격하게 규제하고 있다. 클린턴 행정부의 원자력 대외정책은 크게 핵무기용 핵물질의 관리 강화, 포괄적 핵실험 금지조약의 발효, 해체 핵무기 잉여 플루토늄의 처분 등 세가지로 요약된다. 핵무기용 핵물질의 관리 강화와 관련하여, 미국은 전세계적으로 고농축 우라늄 및 플루토늄의 안전조치 밖에서의 추가생산을 금지시키며, 분리된 플루토늄의 초과 축적을 억제하고, 유럽, 일본, 스위스에서의 플루토늄 이용은 반대하지 않지만 추가의 국가에서 플루토늄 이용을 억제하는 정책을 유지하고 있으며, 또한 기존의 고농축 우라늄 및 플루토늄의 재고량을 소진·처분시키고, 고도의 안전조치를 적용함으로써 핵물질이 핵확산에 연계되는 것을 근본적으로 차단하는 정책을 추진하고 있다.

나. 미국의 MOX 대안 설정

미국은 1997년 1월 잉여 플루토늄에 대한 정책결정(ROD)을 발표하였다. 이를 통해 DOE는 미국의 잉여 플루토늄 처분 대안으로 유리 또는 세라믹을 통한 고정화 대안과 미국내 상용 경수로에서의 혼합핵연료(MOX)로의 활용 방안을 병행 추진할 것이라고 발표하였다. 현재 미국은 잉여 플루토늄 처분과 관련하여 구체적인 세부계획은 정해지지 않았다. 이는 처분 대안 결정이 기술적, 경제적, 환경적 측면보다는 핵비확산 측면이 우선적으로 강조되는 정치적 결정이 필요하기 때문이다.

핵무기 해체 잉여 플루토늄 처리 대안으로서 미국이 MOX 연소를 선택하였고, 그 결과 핵비확산 및 기술적 측면 등에서 양호할 경우 제한적인 정책 완화를 기대할 수 있을 것이다. MOX 대안이 성공적으로 추진되기 위해서는 행정부의 강력한 정치적 리더십, DOE 내에서 이 대안을 강력히 추진할 세력의 등장 등 긍정적 요소들이 작용해야 한다. 그러나 미국의 MOX 대안 선정이 국제적인 MOX 이용을 조장할 가능성에 대해서 미국이 우려하고 있다.⁵⁾

다. Cut-off 조약과 향후 전개방향

1) 핵무기급 분열성물질 생산금지조약(Cut-off Treaty)

1993년 9월 27일, 클린턴 대통령은 “미국은 해체 핵무기와 민간 핵주기 계획에서 나오는 핵분열성 물질의 축적 증가에 대하여 포괄적으로 접근할 것” 이라고 발표했다. 또한 UN 총회는 1993년 12월 결의안 48/75L을 통하여 “핵무기나 기타 핵폭발 장치를 위한 핵물질의 생산을 금지(Cut-off)하는 비차별적이며 다자간인 그리고 국제적이고 효과적으로 검증 가능한 조약을 위해 가장 적절한 국제적 토론장에서의 협상”을 권고하였다. 미국 제안에 대해 결의안에 추가된 가장 중요한 사항은 ‘비차별성’을 요구하는 것인데, 이는 핵보유국과 핵비보유국을 동일시하는 것이

5) Brian G. Chow, Richard H. Speier, Gregory S. Johnes, *The Proposed Fissile Material Production Cut-off -Next Steps-*, RAND, 1997.

다.

미국의 제안이나 UN 총회 결의안에서는 핵무기와 관련되지 않은 군사적 이용의 핵물질⁶⁾ 생산 중단을 요구하지는 않고 있다. 핵무기 사용가능 핵물질 생산금지 조약의 예상되는 결과는 분열성 물질의 생산을 중지하는 것이 아니고 민감시설에서 생산되는 물질을 IAEA 안전조치하에 두는 것이다. 이 조약은 특히 선언되지 않은 핵보유국이며, 곧 NPT에 가입할 것 같지 않은 인도, 파키스탄, 이스라엘의 핵활동 감시를 주요 목표로 삼고 있다. 그러나 영국과 프랑스는 이 조약이 민간이용을 위한 플루토늄 및 고농축우라늄 생산을 제한해서는 안된다고 주장하고 있으며, 인도도 플루토늄과 고농축우라늄의 민간이용을 제한하지 않는 조건하에 이 조약을 지지하고 있다. 또한 파키스탄은 기존 핵분열성 물질의 재고에 안전조치를 적용해야만 조약이 보편화될 수 있다고 주장하고 있으며, 이스라엘은 물질 생산금지에 동의하는 조건으로서 중동지역에서의 재처리와 농축의 전면적 금지를 주장하고 있다.

Cut-off 조약은 제네바 군축회의의 협상의제로 매년 상정되고 있으나 언제 정식의제로 채택 될지는 불투명하며, NPT 비당사국가들에게 IAEA 안전조치를 적용하도록 하는 등의 효과를 발휘할 것이나 NPT 당사 핵비보유국들의 활동에는 영향을 미치지 않을 것이다.

2) 미국의 향후 정책전개 방향 전망

Cut-off 조약이 발효되어도 핵무기 사용가능 물질의 생산과 축적을 허용할 것이기 때문에 단 기간 동안은 제조 가능한 핵무기 수에는 영향을 미치지 않을 것으로 보인다. 이러한 이유 때문에 미국의 RAND 연구소는 Cut-off 조약의 발효 후에 미국이 추구해야할 정책방향으로서, ① 기존 핵무기 사용가능 핵분열성 물질 재고의 처분, ② 군사용 및 민간용을 포함한 모든 목적의 핵무기 사용가능 물질의 생산을 금지하는 전면금지(Total Cut-off) 방안이 추가되어야 한다고 제안하고 있다.

그러나 영국, 프랑스, 인도는 Cut-off 조약이 민간용 핵물질 생산을 제한하려는데 대해서 반대하고 있으며, 해군 원자로에 필요한 농축우라늄의 지속적인 생산을 주장하고 있는 브라질도 반대할 것이다. 또한 러시아와 일본도 전면적인 핵물질 생산금지와 재고 감소에 대해 극히 반대할 것으로 전망된다. RAND는 이러한 국가들의 반대 논리를 완화시키기 위한 수단으로서 다음의 몇몇 요소를 복합적으로 이용할 것을 제안하고 있는데 이들의 논리를 분석하면 우리의 대응 논리 구축에 도움이 될 것이다.

- 전면적인 금지 등의 조치만이 핵확산 방지에 유효한 수단
- 플루토늄 민간이용을 포기한 미국, 독일의 사례를 홍보하고 플루토늄 이용 프로그램에 대한 지역국가들의 반대논리를 부각
- 플루토늄 이용국가에 대해 압력을 더욱 강하게 행사
- 비순환 핵연료 효율 개선 및 우라늄자원 개발을 위한 국제적 노력
- 에너지 안보 차원에서 천연 및 저농축 우라늄의 비축을 권고.
- 플루토늄 생산시설의 신규건설 중지 및 플루토늄 이용계획을 철폐하도록 권고.
- 플루토늄 이용 중지에 따라 이득을 보는 측과 손해를 보는 측의 상호 보상 가능성 조사
- 현재의 재고로도 상당기간 충분함으로 생산금지가 플루토늄 이용 프로그램에 영향을 미치지 않음
- 플루토늄 연료주기의 타당성 평가를 매 10-20년마다 검토하고 민감 물질의 일시적 생산중지 가능성을 검토.

라. 평가 및 시사점

핵무기급 분열성물질 생산금지조약 대해서 일부 국가들이 반발하고 있어 평화적 이용에는 큰 영향을 미치지 않겠지만 새로운 이용국으로 부상하려는 우리나라로서는 큰 부담이 될 것으

6) 해군의 원자로 또는 안전조치를 받은 민간 목적의 무기사용 가능 핵물질 등을 말한다.

로 보인다. 특히 미국의 향후 핵비확산 정책이 기존의 플루토늄 이용 국가들에게는 계속적인 이용을 허락하고 신규로 이용하려는 국가의 진입은 허락하지 않는 차별적 접근을 취할 것으로 예상된다. 또한 플루토늄 이용을 EURATOM과 비슷한 형태의 지역적 체제 내에서 허용하는 공동의 집단통제체제로 운영할 가능성이 크다.

5. 결 론

국제 핵비확산 체제의 강화는 각 국가가 원자력을 이용하고자 할 경우 투명성을 국제적으로 확실하게 보여줘야 한다는 것을 의미한다. 강화된 핵비확산 체제의 시행으로 각국은 추가 부담이 예상되나 한편으로는 원자력 이용 개발에 대한 투명성 증진의 기회로 활용해야 할 것이다.

또한 민감한 분야의 원자력 연구개발은 가능한 한 국제공동연구로 추진하여 국제적 신뢰성과 투명성을 확보해 나아가는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

- 고한석 외, "핵무기급 플루토늄 처분에 대한 미 에너지부(DOE)의 정책결정(ROD) 분석 및 향후 대응 방안", 한국원자력학회 '97 추계학술발표회, 1997.
- 한국원자력연구소, 「원자력 대외정책 연구」, KAERI/RR-1807/97, 1997.
- 한국원자력연구소, 「각국의 플루토늄 이용현황 분석」, KAERI/TR-516/95, 1995.
- 한국원자력연구소, 「'97년 NSG 총회 및 WG 회의 참가 출장보고」, 1997.
- 한국원자력연구소, 「CTBTO 제3차 준비위원회 참가보고서」, KAERI/OT-359/97, 1997.
- 한국원자력연구소(역), 미국 에너지부, 「핵무기급 핵분열성 물질의 저장 및 처분에 관한 정책결정」, KAERI/TS-22/97, 1997.
- Brian G. Chow, Richard H. Speier, Gregory S. Johnes, The Proposed Fissile Material Production Cut-off -Next Steps-, RAND, 1997.
- Speier, Richard H., & Chow, Brian G., Asiatom: Proposals, Alternatives and Next Steps, DRU-1367-DOE, RAND, 1996.
- U.S. Department of Energy, Nonproliferation and Arms Control Assessment of Weapon-Usable Fissile Material Storage and Plutonium Disposition Alternatives, Office of Arms Control and Nonproliferation, 1996.
- U.S. Department of Energy, Storage and Disposition of Weapon-Usable Fissile Materials Final Programmatic Environmental Impact Statement, Office of Fissile Materials Disposition, 1997.