'99 춘계 학술발표회 논문집
한국원자력학회

면제/재적용 핵물질들에 관한 안전조치체제 연구

Study on Safeguards System of Exemption/De-exemption of Nuclear Material

이병두, 민경식, 소동섭, 홍종숙

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

기존 IAEA 안전조치 제도하에서 핵물질의 안전조치 면제 및 재적용 규정들과 IAEA 안전조치 강화 제도(SSS : Strengthening Safeguards System) 시행 이후의 면제 핵물질에 대한 안전조치 의무사항 범위들을 검토하였다. 특히, 비파괴검사(Non-Destructive Test : NDT) 장비의 Iridium 192 선원을 차폐하는데 이용되는 감손우라늄들은 비 원자력 활동 목적으로 이용되며 회수 가능한 물질이므로 IAEA 안전조치 대상에서 면제된다. IAEA 안전조치 대상에서 제외되어 차폐 목적으로 사용되는 감손우라늄들에 대한 국내외 관리 현황 및 IAEA의 요구사항, 이들 물질들의 안전조치 적용에 따른 문제점 등을 분석하였으며, 향후 이들 물질들에 대한 관리방향들을 제시하였다.

Abstract

The future Safeguards obligations on exempted nuclear material, when SSS is enforced, and the current Safeguards regulations on exemption and de-exemption of nuclear material are reviewed. The domestic/international safeguards management status on depleted uranium used for the shielding container of Iridium 192 source in NDT equipment are described and the points at issues on their application to safeguards are derived and guided to the future possible direction.

1. 서 론

우리 나라의 원자력 시설들이 이용하고 있는 모든 핵물질들은 국제적으로 평화적인 목적으로만 이용한다는 핵비확산 조약(NPT : Non-Proliferation Treaty) 하에 도입된 물질들이다. 따라서 국내에 있는 모든 핵물질들은 한-IAEA 안전조치 협정(이하 "협정"이라 한다.)에 근거하여 IAEA 안전조치 검증 대상 물질이 되며, IAEA는 이들 핵물질들이 평화적으로 이용되고 있음을 확인하기

위하여 주기적으로 검증 활동을 수행하고 있다.

IAEA 회원국들은 협정에 명시된 규정에 따라 IAEA 안전조치(이하 "안전조치"라 한다.) 검증 대상 핵물질들이 비 원자력 활동 목적으로 이용되는 경우 또는 국가 요청에 의해 안전조치 검증 대상에서 면제시킬 수 있다. 안전조치 검증 대상물질들이 협정에 의해 면제될 수 있는 조항은 협정 제36조 및 제37조에 명시되어 있다. 협정 제36조 및 제37조에 의해 안전조치로부터 면제된 핵물질들은 IAEA 검증 대상에서 제외되며 IAEA에 대한 핵물질 계량관리 보고 의무사항이 없으므로 면제 핵물질들을 취급하는 시설에서는 IAEA 안전조치 적용을 받지 않고 면제핵물질들을 사용할 수 있다.

협정 제38조는 면제된 핵물질을 다시 안전조치 대상물질로 재적용하는 규정이 명시되어 있으며, 재적용 규정에 따라 재적용되는 핵물질들에 대하여 IAEA는 핵물질을 면제한 시점부터 재적용될 때까지의 계량관리 이력을 요구하고 이를 검증하고 있다. 이와 같은 IAEA의 요구는 면제 핵물질들은 IAEA가 검증 대상에서 제외되어 법적으로 검증할 수 없었지만 안전조치로 재적용된 핵물질에 대해서는 과거 면제 핵물질의 사용 이력부터 추적, 검증하여 면제 핵물질의 사용이 평화적인 목적으로 사용되었는지를 철저히 검증하겠다는 의도이다. 따라서 면제 핵물질을 취급하는 시설에서는 사용하는 핵물질의 안전조치 검증대상 여부와 무관하게 자체적으로 핵물질 계량관리 기록을 철저하게 유지, 관리하여야 한다.

협정에 따라 안전조치 적용이 면제된 핵물질들 중 협정 제36조에 의해 면제된 핵물질들 중에는 NDT 장비에 이용되는 Iridium 선원을 차폐하기 위해 사용되고 있는 감손우라늄(Depleted Uranium)이 있다. 이들 감손우라늄들은 NDT 장비의 일부분으로 구성되어 있으며, NDT 장비가 비 원자력 활동으로 이용되기 때문에 안전조치와 무관하게 자유스럽게 수출,입되고 있다. 그러나 '70년대 말에 한국원자력연구소에서 NDT 장비를 제작하여 국내 산업체에 이전한 적이 있으며, 이들 NDT 장비들이 안전조치 대상시설로 반입되는 경우 협정 제38조에 의해 재적용되어야 한다. 최근 IAEA는 이들 NDT 장비들은 물론 병원, 산업체 및 대학에서 차폐재를 포함하여 여러 가지 목적으로 이용되고 있는 핵물질들을 안전조치 대상으로 포함시킬 것을 우리나라에 요구하고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 안전조치 면제 및 재적용되는 핵물질의 안전조치 의무사항 및 현황, NDT 장비의 감손우라늄 차폐용기에 대한 기존 및 향후의 안전조치체제, 국내외 관리 현황, 안전조치 적용에 따른 문제점 분석 그리고 이들 면제 핵물질들의 관리방향들을 제시하였다.

2. 안전조치 면제 및 재적용 핵물질 현황

IAEA 안전조치 대상 핵물질들은 협정 제36조에서 명시된 것처럼 특정한 용도로 핵물질이 사용되는 경우 이들 핵물질들은 양과 무관하게 그 용도로 면제시킬 수 있으며, 협정 제37조에 따라 국가는 정량 1 kg 미만의 핵물질 양에 대하여 IAEA로 면제 요청할 수 있다. (정량 1 kg이란 감손우라늄 20톤, 천연우라늄 10톤, 농축우라늄은 농축도의 자승에 중량을 곱하여 얻어지는 수치 그리고 플루토늄은 1 kg을 의미한다.)

협정 제36조의 면제 조항들은 (a) 그램 단위 또는 그 미만의 특수 분열성 핵물질이 장비의 sensing component로 사용되는 경우 (b) 핵물질이 회수 가능하며, 협정 제13조(합금 또는 도자기 등의 제조)와 같은 비 원자력활동에 사용되는 경우 (c) Pu 238의 동위원소 농축도가 80%가 초과하는 플루토늄 등이다. 이들 조항들에 해당되는 핵물질들은 IAEA 안전조치로부터 특정한 용도 목적으로 면제될 수 있으며, 면제되는 핵물질 양은 제한이 없다. 그러나 협정 제37조에 의해 면제되는 핵물질은 어떠한 경우에도 면제되는 핵물질 총량이 정량 1 kg을 초과할 수 없도록 규정하고 있다. 핵물질의 안전조치 면제 조항과는 반대로 협정 제38조는 면제된 핵물질들을 안전조치에 재적용하는 규정으로서 면제된 핵물질이 안전조치 대상 물질들과 함께 가공 또는 보관될 경우에는 안전조치를 재적용 받도록 규정되어 있다.

우리나라는 '70년대 말부터 기기를 보정하는 표준선원, 연구용 원자로의 fission chamber, 차폐재 개발 등을 목적으로 협정 제36조 (b)항 및 제37조에 따라 핵물질을 안전조치 면제하여 사용하여 왔다. 기존 IAEA 안전조치 제도하에서 IAEA는 면제 핵물질들을 검증할 권한이 없으며, 면제 핵물질을 취급하는 시설에서도 면제 핵물질에 대한 계량관리 자료를 IAEA로 보고할 의무사항이 없기 때문에 면제 핵물질 사용에 따른 계량관리 중요성을 인식하지 못하고 있었다.

1987년 말까지 우리나라에서 협정 제37조인 양적 면제 조항에 따라 면제한 핵물질은 약 정량 0.89 kg 정도로 협정 제37조의 양적 면제 상한선인 정량 1 kg에 약간 미달한 수준까지 도달하였다. 이에 따라 면제 핵물질들에 대한 안전조치 재적용 문제가 거론되기 시작하였으며, IAEA는 면제된 핵물질들이 본래 면제 목적이외의 용도로 사용되거나 면제 핵물질들이 다른 안전조치 대상 물질들과 함께 보관되는 면제 핵물질들에 대하여 협정 제38조의 안전조치 재적용 규정에 의해 다시 안전조치 적용을 받을 것을 우리나라에 권고하였다. 우리나라는 IAEA 재적용 권고를 수락하여 KAERI에서 차폐재 개발을 목적으로 면제하였던 감손우라늄을 1988년과 1996년에 각 각 안전조치를 재적용하였다. 그 결과, 우리나라는 협정 제37조의 양적 면제 조항에 의해 면제된 핵물질 양이 약 정량 0.12 Kg으로 감소하였다.

KAERI에서 안전조치 재적용된 감손우라늄에 대하여 IAEA는 면제 시점부터 재적용될 때까지 면제 핵물질들을 취급하였던 공정, 공정별 사용 양 및 손실 양 등에 관한 계량관리 자료 이력들을 핵물질 사용의 투명성 차원에서 요청하였다. 그러나 상기에서 기술된 바와 같이 면제 핵물질은 IAEA 검증 및 보고대상에서 제외되므로 시설에서 핵물질 계량관리 기록을 자세히 유지할 의무가 없었기 때문에 IAEA가 요구하는 것처럼 자세한 과거 핵물질 사용이력을 작성하는 것이 용이하지 않았다. IAEA는 시설로부터 만족할 만한 수준의 면제 핵물질 사용이력을 받은 후에 재적용된 핵물질들의 장부 검증을 종결하였다. 이와같이 IAEA는 면제 핵물질들에 대한 검증활동을 수행할 수 없지만 면제 핵물질이 안전조치로 재적용되면 과거 면제시점부터 재적용될 때까지 모든 계량관리 이력을 검증하므로 면제 핵물질 취급시설은 계량관리 기록을 철저히 유지, 관리하여야 한다. 또한, 시설가동이 중지된 시설을 Closed down 시설로 선언할 경우에도 시설은 면제핵물질을 포함하여 모든 핵물질들을 시설 장부재고에서 제거하여야 하므로 정확한 핵물질 계량관리는 시설 운영에서 가장 중요하게 간주되어야 하는 요소 중의 하나이다.

3. SSS 시행 이후의 면제 핵물질들에 대한 안전조치 적용방안

IAEA 안전조치 강화 제도인 SSS에는 미 신고 핵활동 및 핵물질을 감지할 목적으로 핵물질을 취급하지 않는 국가의 핵연료주기 관련 연구개발 활동, 추가 안전조치 관련 정보, 민감 부품조립 및 제조 활동에 관한 정보 그리고 핵물질에 관련된 추가 정보 등의 보고 제도인 확대신고가 있다. 이와 같은 확대신고 내용 중에는 면제 핵물질들에 대한 재고 위치, 양 및 형태 등에 대한 정보들을 매년 IAEA로 제출하도록 하는 조항이 있다. 이 조항에 따라 국가는 협정 제37조에 의해 면제된 모든 핵물질들과 협정 36조(b)항에 의해 면제되었지만 아직 면제한 용도로 사용되지 않은 핵물질이 정량 1 kg을 초과하는 핵물질들에 대한 정보들을 IAEA로 제공하여야 한다. IAEA는 국가에서 제공하는 면제 핵물질 정보들을 토대로 면제 핵물질에 대하여 계량관리 기록 검사, 안전조치 관련 생산 및 반출에 대한 기록검사, 품목계수, NDA 및 시료채취, 방사선 검출 및 측정장비의 이용, 육안 관찰, 환경시료 채취 등과 같은 활동들을 실시할 수 있다.

상기에서 언급한 바와 같이 기존 IAEA 안전조치 제도하에서는 면제 핵물질에 대한 계량관리 의무조항이 없었기 때문에 많은 IAEA 회원국에서 면제 핵물질 취급에 따른 핵물질 계량관리가 정확하게 실시되지 않아 왔다. 특히 협정 제36조에 의해 면제된 핵물질들은 비 원자력활동 목적으로 일반 산업체에서 이용되기 때문에 소재 파악이 어려우므로 IAEA에서도 이들 면제 핵물질에 대한 정보 제공은 요구하지 않고 있다. 협정 제37조의 양적 면제 조항에 의해 면제된 핵물질이라

도 적절한 계량관리 체제가 확립되기 이전인 20년 전에 면제하였던 핵물질이라면 면제 핵물질의 취급 중에 발생되는 손실 또는 처분 등을 IAEA에 보고하지 않았었다. 이에 따라 국가에서 면제한 핵물질들은 장부 재고량과 실제 재고량과 차이가 있을 수 있으며, IAEA도 이와 같은 사실을 인지하고 있어 감손우라늄 및 천연우라늄의 경우 수 톤 이상과 같이 많은 양의 면제 핵물질에 대해서만 보고하여야 한다는 의견도 제시되었지만 일부에서는 정확한 정보 제공을 요구하고 있는 실정이다.

SSS의 확대신고 중에서 면제 핵물질들에 대한 정보제공 규정은 아직 과거에 면제된 핵물질들을 처리, 가공하면서 발생된 손실량들에 대한 정보제공 방법, 소재가 불분명한 면제 핵물질들에 대한 처리 또는 보고 방법에 대하여 정확한 규정이나 지침이 제시되지 않고 있다. 따라서 SSS가 시행되어 국가가 제공하는 면제 핵물질 정보가 미흡할 경우 국가와 IAEA간에 논쟁의 소지가 발생할 수 있다. 또한 협정 36조(b)항에 의해 면제되고 아직 면제 용도로 사용되지 않은 핵물질이 정량 1 kg 이상을 보유하고 있는 국가가 정량 1 kg 미만이라고 주장하여 보고 대상에서 제외시킨다면 이를 검증할 수 있는 명확한 방법이 없다는 문제점이 있다.

4. NDT 장비의 차폐 용기로 사용되는 감손우라늄 현황 분석

가. 감손우라늄 차폐용기에 대한 국내 현황 및 관리실태

Radiographic test를 하는 NDT 장비들은 동위원소인 Iridium 192를 이용하고 있기 때문에 Iridium 192에서 나오는 방사선들을 효과적으로 차폐하여야 한다. NDT 장비의 차폐재로서는 고밀도이며 부피가 작아 차폐 효과가 좋은 감손우라늄이 널리 이용되고 있으며, 이들 감손우라늄은 금속 막대기 형태로서 NDT 장비에서 사용된 후 회수가 가능하고 비 원자력 활동으로 이용되기 때문에 협정 제36조 (b)항에 의해 면제되어 널리 사용되고 있다.

우리 나라는 1970년대 초부터 NDT 장비들을 외국으로부터 수입하여 사용하여 왔으나 '70년대 말에 KAERI에서 약 1.3 톤의 감손우라늄을 안전조치 면제한 후 약 80개의 차폐용기를 제작, 국내 NDT 산업체로 이전하였다. KAERI에서 제작한 NDT 장비들 중 처음에 제작한 NDT 장비에는 14 kg 또는 10 kg의 감손우라늄이 차폐 용기로 사용되었다. 그러나 KAERI는 제한된 면제 핵물질 양과 Iridium 192를 차폐하는 형태가 S자 형이 아니고 일직선으로 제작되었기 때문에 방사선 안전관리상의 이유로 인하여 NDT 장비 제작을 중단하였다. KAERI에서 NDT 장비 제작을 중단한 후 '80년대 초부터 국내 NDT 산업체들은 다시 미국, 카나다 및 영국에서 제작된 장비들을 수입, 사용하여 왔다. 수입된 NDT 장비에는 약 16 Kg의 감손우라늄이 차폐재로 이용되고 있으며, 국내

NDT 회사들이 현재 사용 또는 보유하고 있는 NDT 장비는 약 1000개 이상으로 파악되고 있다.

NDT 장비는 Iridium 선원의 교체 부분이 노후하여 마모되면 더 이상 사용할 수 없게 된다. 따라서 국내 NDT 산업체는 KAERI에서 제작하였거나 외국에서 수입한 장비들 중 Iridium 선원의 교체 부분이 마모된 NDT 장비들을 보유하고 있으나 NDT 장비를 구성하고 있는 Iridium 선원과 차폐 용기인 감손우라늄이 방사성 물질이므로 이들 장비들을 함부로 폐기하지 못하고 있다. NDT 장비에 있는 Iridium 선원에 대하여 우리 나라는 '60년대 초반부터 Iridium 선원을 추적, 관리하여 왔으며, 원자력 환경 기술원에서는 사용 불가능한 Iridium 선원들을 각 산업체에서 수거하여 폐기 처분하고 있다. 그러나 현재 원자력법의 안전조치 관련 규정은 핵주기 시설 및 핵물질 사용시설 등과 같은 원자력 활동 또는 직접 핵물질을 취급하는 분야에 대하여 안전조치를 적용하고 있으나 NDT 장비의 차폐용기와 같이 비 원자력 활동으로 이용되고 있는 감손우라늄은 해당되지 않기 때문에 Iridium 선원의 관리체제와는 달리 현재 Iridium 선원의 차폐 용기로 이용되고 있는 감손우라늄은 수입에서부터 폐기될 때까지 이를 관리하는 기관이나 관련 법적 근거가 미약한 실정이다.

국내 NDT 산업체 대부분은 폐기된 NDT 장비들을 각 업체별로 보관 중에 있으나 이들 장비들에 대한 적절한 법적 규정 또는 지침이 미약하여 이들 장비들이 일반 폐기물과 함께 폐기될 가능성도 배제할 수 없는 실정이며, 현재 행방이 불분명한 장비들도 일부 있는 것으로 예상된다. 따라서 국내 NDT 산업체에서 사용 및 보관중인 NDT 장비들에 대한 국내 현황을 먼저 파악한 후 노후 NDT 장비의 무단 폐기를 방지할 수 있는 방안들을 강구하여야 할 것이다.

IAEA는 기존 NDT 장비의 차폐재로 이용되고 있는 감손우라늄을 포함하여 국내 산업체, 병원 및 대학 등에서 비원자력 활동으로 핵물질들이 사용되고 있다면 이들 핵물질들에 대하여 안전조치를 적용 받을 것을 요청하고 있다. 즉, IAEA는 병원에서 진단 및 치료 목적으로 사용하고 있는 동위원소의 차폐재가 감손우라늄일 경우 이들 물질들을 안전조치 시설인 시설외 지점(Location Outside Facility : LOF)으로 신고할 것을 요구하고 있다. 그러나 병원에서 동위원소의 차폐재로 감손우라늄을 사용한다고 할 지라도 이들 물질들이 NDT 장비의 감손우라늄처럼 수입 당시부터 협정 제36조에 의해 면제된 핵물질이라면 수출국은 물론 수입국인 우리나라도 IAEA로 보고하지 않은 물질들일 것이다. 그렇다면, 이들 물질들을 IAEA로 보고하여야 하는 법적 근거, 보고 절차 및 방법이 기존 안전조치 협정은 물론 향후 시행될 SSS에서도 명시되어 있지 않다. 따라서 우리나라는 IAEA가 요구하는 사항들을 수락하기 전에 IAEA가 다른 국가에도 동일하게 요구하고 있는지 또는 다른 국가들의 안전조치 적용현황 등을 파악하여 IAEA가 우리나라에게 요구하는 의도가 무엇인지를 정확하게 파악하여 적절한 대처 방안을 강구하여야 할 것이다.

나. 감손우라늄 차폐용기에 대한 국제 관리체제

IAEA는 협정 제36조의 (b)항에 의해 용도 면제된 NDT 장비의 감손우라늄이 국외로 이전될 경우 이전되는 핵물질을 안전조치 재적용한 후 국외에 이전하여야 하며, 수입 국가는 수입된 감손우라늄 량을 IAEA로 보고한 후 다시 안전조치를 면제하여 사용할 것을 요구하고 있다. 이와 같은 IAEA 요구는 원자력활동과 무관한 일반 산업활동에까지 핵물질 안전조치를 확대 적용하겠다는 의미가 되므로 IAEA 요구를 수용하기에는 여러 문제점들이 발생할 수 있다.

NDT 장비의 주요 수출국이며 핵무기 보유국인 미국은 NDT 장비에 사용되는 감손우라늄을 안전조치에 적용하지 않고 수출하고 있다. 이에 대해 IAEA는 미국이 핵무기 보유국이기 때문에 많은 핵물질들이 안전조치 대상에서 제외된다고 설명하고 있다. IAEA 안전조치 협정이 핵무기 보유국과 비 보유국간에 불평등하게 적용되고 있는 것이 현실이지만 NDT 장비의 수출입과 같이 원자력활동이 아닌 일반 산업에까지 안전조치 적용을 불평등하게 적용할 수는 없다. IAEA 요구처럼 핵무기 비 보유국이 NDT 장비를 수출할 경우 수출국은 수출을 위하여 감손우라늄에 대한 안전조치 재적용 절차를 실시한 후 수출에 따른 계량관리 보고를 하여야 하며, 수입국의 NDT 산업체에서는 수입하는 NDT 장비에 대한 계량관리를 IAEA로 보고한 후 다시 면제하여야 하기 때문에 업무처리의 번거로움이 있다. 그러나 미국이 NDT 장비를 수출하는 경우 미국은 IAEA 계량관리 보고 없이 수출하기 때문에 NDT 장비를 수입하는 수입국의 NDT 산업체는 IAEA 안전조치와 무관하게 장비를 수입할 수 있다. 따라서 일반 산업체에서는 핵무기 비 보유국보다 핵 보유국인 미국으로부터 장비를 수입하는 것이 업무 부담을 경감시키므로 미국에서 수입하는 것을 선호할 것이다.

미국에서 차폐용기로 이용되고 있는 감손우라늄의 관리체제를 살펴보면 다음과 같다. 미국에서 감손우라늄을 소유, 이전 및 사용하기 위해서는 일반 면허 또는 특수 면허를 취득하여야 한다. 일반 면허는 감손우라늄을 이용하여 제작된 산업용 생산품 또는 장비의 반입, 소유, 사용 또는 이전하는 사람에게 부여되며, 특수 면허는 감손우라늄을 산업용 생산품 또는 장치를 제작하는 자에게 부여된다. 감손우라늄 물질이 이전되는 경우 면허 소지자는 이전 후 30일 이내에 수취인의 이름, 주소 및 이동 물질에 대한 정보를 NRC(Nuclear Regulatory Commission)에 제출하여야 한다. 또한, 모든 면허 소지자는 감손우라늄 재고 변동보고서인 "Nuclear Material Transaction Report"를 전산매체를 이용하여 NRC에 제출하여야 하지만 비 원자력 활동 목적의 장치나 요소에 사용되는 물질들에 대해서는 보고가 면제된다.

NDT 장비의 차폐재로 사용되는 감손우라늄은 IAEA 안전조치로부터 면제된 물질이므로 IAEA

안전조치와는 무관하게 미국 자국법에 의해서만 통제, 관리되고 있다. 이들 장비들을 수출하기 위해서는 소유, 사용 및 미국내 이전에 관한 면허와는 별개인 수출 면허가 필요하다. 수출 면허에는 일반과 특수 면허가 있으며, 일반 면허는 수출 전에 별도의 승인 신청서를 제출하지 않지만 농축도가 0.05 % 미만인 미국 원산 물질인 경우 년간 1000 kg, 카나다산 물질은 500 kg 이상을 특정 국가에 수출할 수 없도록 되어 있다. 특수 면허의 허가 기준에는 비 원자력 활동을 위한 source material 수출이 포함되어 있으며, 이들 source material을 수출하기 위해서는 수출 전에 수출 신청서를 미국 NRC에 제출하여야 한다. 수출 신청서에는 공급자 및 수탁자에 관한 정보, 핵물질의 원산지, 발송일자, 장비 또는 물질에 관한 설명, 양 및 용도 등이 기술되어야 한다. 수출 신청서가 NRC에 도착되면 NRC는 수출승인서를 분석, 검토하여 수출되는 핵물질이 평화적이고 비 원자력 활동 목적으로 이용될 경우 수출에 대한 특별 승인을 해주고 있다. 또한, 평화적이고 비 원자력 활동으로 이용되는 차폐용기인 감손우라늄들은 IAEA 안전조치 대상에서 면제된 물질이므로 미국에서는 이들 물질들의 사용, 가공, 이전 등은 물론 다른 국가로 수출할 경우, IAEA에 대한 보고의 무사항이 없다.

미국은 IAEA 안전조치 적용 없이 NDT 장비의 감손우라늄 차폐재를 자유스럽게 사용하고 수출하고 있는 것으로 파악되었다. 결국, 미국은 자국 법에 의해 이들 핵물질들을 통제한다고 하지만 안전조치 이유로 비 원자력 활동 목적으로 제작된 산업 장비들의 국외 수출 절차 또는 규제를 강화하여 자국의 산업이 위축되게 하지는 않는다. 또한, IAEA는 NRC에서 별도로 수출입 내용들을 IAEA로 보고하고 있다고 언급하고 있으나 실제 NRC 직원들은 NDT 장비 내에 감손우라늄이 차폐용기로 사용되었다는 사실조차도 모르고 있는 실정이다.

5. NDT 장비의 감손우라늄에 대한 안전조치 적용방안

IAEA 안전조치로부터 면제된 NDT 장비의 감손우라늄이 안전조치 대상시설로 반입이 되지 않고 산업체에서 사용 또는 보유하고 있다면 안전조치로부터 용도 면제된 상태로 계속 있게 되어 안전조치 적용이 면제된다. 이와 같은 안전조치 체제의 허점을 이용하여 면제된 감손우라늄이 불순한 목적으로 대상시설로 반입된 후 빠른 기간 안에 재 가공되거나 군사적인 목적으로 전용된다면 현재의 IAEA 안전조치 체제에서 이를 탐지 또는 검증하기가 어렵다. 이는 IAEA가 안전조치 대상시설에서 제공하는 핵물질 계량관리 보고, 국가간 수출,입되는 핵물질 이동기록 및 시설 운영 자료들을 이용하여 주기적인 검증활동을 수행하기 때문이다. 그러나 협정 제36조에 의해 면제되는 대부분의 핵물질들이 전용시간이 많이 걸리는 감손우라늄이라는 점을 감안하면 전용 가능성은 매

우 희박하다.

기존 안전조치 제도의 허점을 보완하고 안전조치 대상시설에서의 미 신고 핵물질 및 핵활동을 감지하기 위하여 IAEA는 SSS를 추진 중에 있으며, SSS의 주요 내용 중에는 환경시료 채취와 불시사찰 등이 있다. 환경시료채취는 채취한 환경시료의 분석을 통하여 시설의 미 신고 핵활동들을 감지하는 것이며, 불시사찰은 시설에서 미 신고 핵활동은 물론 미 신고 핵물질의 사용 여부들을 감지하기 위한 것이다. 따라서 SSS가 시행되면 강화된 추가 안전조치 방안들에 의해 감손우라늄 차폐용기와 같이 IAEA에 등록되지 않은 핵물질들이 안전조치 대상시설에서 군사 목적으로 전용되기는 어려울 것이다.

NDT 장비내의 면제핵물질이 안전조치 대상시설로 반입될 경우 안전조치 재적용을 받게 되지만 안전조치 대상시설이 아닌 시설에서는 면제 핵물질을 취급 또는 가공하더라도 IAEA 안전조치 대상에서 제외될 수 있어 안전조치 업무의 부담이 경감된다고 볼 수 있다. 그러나 핵물질 취급하는 모든 시설들은 국내법에 따라 국가의 원자력 통제와 방사선 안전관리 규정을 적용 받아야 하기 때문에 정부로부터 방사성물질을 사용하는 시설에 대하여 방사선 안전검사를 받아야 하며, 핵물질 계량관리 및 물리적 방호규정들을 정부로부터 승인을 받아야 한다. 일반 산업체에서 이와 같은 규정들을 준수하는 것은 용이하지 않으며 많은 인력과 비용이 소요된다. 이에따라 핵물질 가공 및 취급시설인 KAERI에서는 국내 산업체들이 보유하고 있던 폐기 NDT 장비의 감손우라늄을 이용하여 NDT 장비의 국내 제작을 추진 중에 있다.

NDT 산업체에서 보유하고 있는 노후 NDT 장비들은 KAERI에서 제작한 장비는 물론 수입 장비들도 포함되어 있으므로 수입 장비들에 대하여 안전조치를 적용하는 방법 및 절차가 모호하므로 이들 물질들은 accidental gain으로 계량관리 보고를 하여야 할 것이다. 이에 따라 KAERI는 NDT 장비 제작을 위해 반입된 감손우라늄들을 협정 제38조에 따라 IAEA 안전조치를 재적용하였다. 차폐용기 제작에 사용된 감손우라늄들은 차폐용기가 산업체로 이전되기 전에 다시 안전조치로부터 용도 면제되어야 한다. 그러나 매달 일정 양의 감손우라늄이 차폐용기로 제조되어 산업체로 이전될 경우 안전조치 면제를 매달 받아야 한다는 점과 안전조치 면제를 받기 위한 신청에서부터 IAEA 승인까지 많은 기간이 소요된다는 문제점이 있다. 이를 해결하는 방법으로 사전에 특정 용도로 면제하려는 양을 IAEA와 합의한 후 차폐용기가 제작되면 산업체로 즉시 이전하는 방법과 batch 단위로 차폐용기를 산업체로 이전한 다음 전체적으로 면제하는 방법을 고려할 수 있다. 그러나 두 가지 방법 모두 차폐용기로 제작된 감손우라늄을 IAEA가 검증할 수 없다는 문제점이 있기 때문에 IAEA는 산업체로 이전되기 전에 모든 차폐용기의 검증을 원하지만 이 방법 역시

수시로 제작된 NDT 장비가 산업체로 이전될 경우 IAEA 검증활동에 한계가 있으므로 면제절차는 IAEA와 함께 신중히 검토하여야 할 사항이다.

6. 결 론

기존 IAEA 안전조치 제도에서 면제 및 재적용 핵물질에 대한 안전조치 의무사항과 향후 강화되는 국제 안전조치제도에 따른 추가 의무사항들을 검토하였으며, 국내 안전조치 면제 핵물질의 현황들을 살펴보았다. 특히, 협정 제36조의 (b)항에 따라 면제된 감손우라늄에 대한 안전조치체제, 국내외 관리 현황, 안전조치 적용에 따른 문제점들을 분석하였다.

기존 안전조치 제도에서 IAEA는 면제 핵물질들에 대한 검증활동을 수행할 수 없지만 면제 핵물질이 안전조치로 재적용되면 과거 면제시점부터 재적용될 때까지 모든 계량관리 이력을 검증하므로 면제 핵물질 취급시설은 계량관리 기록을 철저히 유지, 관리하여야 한다. 또한 SSS가 시행되면 협정 제37조에 의해 면제된 핵물질과 협정 제36조 (b)항에 의해 면제된 용도로 사용되지 않은 정량 1kg 이상의 핵물질에 대하여 국가는 필요한 정보를 IAEA로 제공하여야 하며, IAEA는 국가가 제공한 정보를 토대로 면제 핵물질에 접근하여 비파괴 측정 및 환경시료 채취 등과 같은 필요한 조치들을 수행할 수 있다. 그러나 협정 제36조 (b)항에 의해 면제된 핵물질이 면제용도로 사용되고 있는 경우에는 국가가 이들 물질들을 IAEA로 보고할 의무가 없으며, IAEA도 이를 확인할 수 있는 근거가 없다.

NDT 장비의 차폐용기로 사용되고 있는 감손우라늄은 협정 제36조의 (b)항에 따라 면제된 물질이므로 기존 안전조치 협정이나 SSS 시행 이후에도 IAEA는 이들 물질들을 검증할 수 없으나 이들 물질들이 기존 안전조치 대상시설로 반입되면 안전조치를 적용받아야 한다. 이에 따라 KAERI는 새로운 NDT 장비의 차폐용기 제작을 위해 안전조치 시설로 반입되는 NDT 장비의 감손우라늄에 대해 안전조치를 재적용 받아야 하며, 차폐용기로 제작되어 NDT 산업체로 반출되는 물질은 다시 면제받아야 한다. 차폐용기에 대한 안전조치 면제절차는 산업체로 이전되는 모든 차폐용기에 대하여 IAEA 검증이 용이하지 않지만 특정 용도로 면제하려는 양을 IAEA와 사전에 합의한 후 차폐용기로 제작되면 산업체로 이전하는 방법이 가장 효율적인 방법일 것이다.

NDT 장비를 수출하고 있는 국가 대부분이 핵 보유국으로 비 원자력 활동이라는 명목으로 IAEA 안전조치로부터 감손우라늄을 면제받아 자유스럽게 사용 및 수출하고 있지만 비 핵보유국이며 INFCIRC/153 안전조치를 적용받는 국가는 차폐용기인 감손우라늄이 안전조치 시설 또는 안전조치 대상 핵물질들과 같이 보관 또는 사용되었을 경우에만 안전조치를 재적용 받도록 되어 있

다. 그러나 IAEA는 국내 NDT 산업체들을 LOF로 신고해 줄 것을 우리나라에 요청하였으나 NDT 장비를 사용 및 보유하고 있는 다른 국가에서 이들 장비들이 안전조치 적용을 받는 사례는 아직 없었다. 안전조치 협정에도 IAEA가 요구할 수 있는 근거가 명확히 없으므로 우리나라는 다른 국가의 사례 및 현황들을 면밀히 파악하여 IAEA 요구에 적절히 대처하여야 할 것이다.

수입되는 NDT 장비내의 감손우라늄들은 비 원자력 활동에 이용되어 IAEA에 신고되지 않은 핵물질이지만 국가에서는 효율적인 핵물질 통제 및 관리를 위하여 NDT 장비의 감손우라늄을 추적, 관리하여야 할 것이다. 현재 수입되는 NDT 장비들은 장비 내에 Iridium 192 선원이 있기 때문에 방사선 안전관리 목적으로 정부로부터 수입 승인을 받아야 세관을 통관할 수 있도록 되어 있으나 감손우라늄에 대한 규제 또는 통제사항은 없는 실정이다. 따라서 수입되는 NDT 장비들에 대하여 Iridium 192 선원에 대한 수입승인과는 별도로 차폐역할을 하고 있는 감손우라늄도 수입승인사항에 포함하여 차폐용기인 감손우라늄들의 재고 및 이동사항들을 지속적으로 통제 및 관리할 수 있는 방안들을 강구하여야 한다.

참 고 문 헌

1. KAERI/MR-309/97, "시설 안전조치 운영", 한국원자력연구소, 1997, p37-40
2. INFCIRC/236, "Agreement between the Government of the Republic of Korea and International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in connection with the Treaty of the Non-Proliferation of Nuclear Weapons", 1975
3. GOV/2863, "Strengthening the effectiveness and improving the efficiency of the Safeguards system", IAEA, 6 May 1996.
4. IAEA, "Guidelines and Format for preparation and submission of declarations pursuant to Article 2&3 of the Model Protocol Additional to Safeguards Agreements", August 1997
5. "Code of Federal Regulations : CFR 10", U.S. Government, 1996, p415-428, p485-521, p566-616