

인도네시아의 방사성 폐기물 관리 현황 및 규제 체계

Noviyanti Noor

Nuclear Energy Control Board of Indonesia (BAPETEN)

인도네시아에서는 방사성 물질과 방사선원의 이용이 지난 20년간 상당히 증가되어 왔다. 이러한 물질들은 특히 산업계(radiography, logging, gauging, analysis 등), 의학계(radiotherapy, nuclear medicine 등) 및 연구 분야에서 널리 사용되고 있다.

인도네시아의 방사성 물질 이용 촉진 기관이라고 할 수 있는 원자력청(BATAN)은 3개의 연구용 원자로(250kWth, 2MWth, 30MWth)와 Jakarta · Serpong · Bandung에 산재하고 있는 기타 설비를 운영하고 있다.

현재 이러한 설비들의 운전 과정에서 방사성 폐기물이 발생되고 있다. 인도네시아에서 발생되고 있는 대부분의 방사성 폐기물은 중·저준위 범주에 속한다.

인도네시아에서는 법률적으로

방사성 폐기물 관리가 원자력 안전성 측면에서 가장 중요한 분야 중 하나이며, 최상위 법령 체계인 Nuclear Energy Act No. 10(1997)에 의해 규제되고 있다.

이 법에서는 방사성 폐기물을 “방사성 물질 혹은 방사성 물질에 의해 오염된 기기 혹은 원자력 설비 운전으로 인해 방사성을 띠는 물질로서 더 이상 사용할 수 없는 것”으로 정의하고 있다.

BATAN은 범국가적 측면에서 방사성 폐기물 관리, 방사성 폐기물 관리 기술의 개발 및 연구, 그리고 고준위 방사성 폐기물의 최종 처분장 제공에 대한 책임이 있다. 한편으로 폐기물 관리에 대한 법적 통제권은 BAPETEN에 의해서 수행된다.

본 논고에서는 BATAN과 BAPETEN의 주요 책임과 권한, 폐기물 관리와 관련된 규정(Regulation),

인도네시아에서의 폐기물 관리에 대한 현황, 폐기물 관리에 있어서 주요 현안 및 문제점에 대해 기술한다.

수행 및 규제 기능

인도네시아의 Nuclear Energy Act No.10(1997)에는 원자력 활동의 수행과 통제 권한이 2개의 기관으로 분리되어 있다.

이유는 두 기능 사이의 이해 관계로 인한 잠재적인 갈등 해소, 원자력 사업의 이용과 통제 활동의 중복성 최소화, 그리고 원자력 시설 작업자, 대중 및 환경에 대한 안전성 향상을 위한 원자력 이용의 통제를 최적화하는 데 있다.

법에서 언급하고 있는 각 기관의 주요 업무는 다음과 같다.

- BATAN은 수행 기관으로서 원자력과 관련된 연구 개발, 우라

늄 원광의 채광 및 탐사 업무 수행, 연구 개발용 방사성 동위원소의 생산, 그리고 방사성 폐기물 관리에 대한 책임을 지고 있다.

이것은 개인 사업자가 방사성 폐기물 관리를 수행할 수 없다는 것을 의미하는 것은 아니며, 법에서는 개인 사업자들도 폐기물 관리에 대한 기술 및 규제 요건들을 충족시키고 규제 기관으로부터 유효한 운영 허가를 보유하고 있는 한 폐기물 관리를 할 수 있다고 언급하고 있다.

또한 BATAN은 인도네시아에서 방사성 폐기물 관리 설비에 대한 기술 지침을 제공해주는 책임을 지고 있다.

- BAPETEN은 규제 기관으로서 규정 제정, 인허가 업무와 규제 검사를 수행한다.

주요 업무로는 의회에서 승인되고 대통령에 의해 서명 날인될 원자력 안전 관련 법령을 입안하고, 원자력 에너지 관련 GR(Government Regulation)과 대통령령의 입안 및 기술 지침서와 절차서와 같은 가장 기술적인 문서인 BAPETEN DC(Decree of Chairman)를 제정한다.

또한 원자력 에너지의 효율적인 이용을 위한 인허가 업무를 수행한다.

BAPETEN에 의해 발행되는 인허가에는 원자력과 방사선 시설에

대한 부지 선정, 건설 운전 및 해체에 대한 인허가, 방사성 물질이나 방사성 폐기물의 수입과 운송 허가, 방사선 안전 관리자, 원자로 운전자와 감독자 면허, 그리고 방사성 폐기물 저장 및 관리 인허가 등이 있다.

또한 원자력 설비가 규제 조항과 운전 조건에 따라 안전하게 운전되는지를 확인하기 위한 주기적인 검사 업무를 수행하는데, 이 업무를 위해 BAPETEN은 원자력 안전과 방사성 물질의 검사, 품질 검사, 비상 계획 평가 및 Safeguard를 수행한다.

방사성 폐기물 관리 규정

현재와 미래에 인간과 환경을 보호하기 위해서 방사성 폐기물은 적절한 방사성 폐기물 관리에 관한 법 테두리 내에서 관리되어야 한다. 이에 대한 인도네시아의 관련 법 조항은 아래와 같다.

1. Nuclear Energy Act No. 10(1997)

상기법 6장 「방사성 폐기물 관리」는 7조로 이루어져 있으며, 인도네시아의 방사성 폐기물 규정의 토대가 된다. 이들 조항에 언급되어 있는 내용은 <표 1>과 같다.

2. Government Regulation(GR)

방사성 폐기물을 관리하는 데 있어서, Nuclear Energy Act No.10(1997)의 이행은 GR에 의해 조절되고 있으며, 현재 방사성 폐기물 관리 안전성에 대한 GR 초안이 준비중이다.

본 초안은 IAEA Safety Series No. 111-F, 111-S-5 and No. 111-G-1을 적용하고 있으며, 아래와 같이 3개의 주요 내용으로 이루어져 있다.

① 이온화 방사선이 인체(미래 세대 포함)에 미치는 위해성에 대한 적절한 방호 준위 제공

② 원자력 이용자의 책임 범위 선정을 위해 필요한 규정 제공

③ 사용자가 발생시킨 방사성 폐기물 관리, 고준위 방사성 폐기물 최종 처분장 확보와 관련한 수행 기관의 책임 명시

3. Decrees of Chairman(DC) of BAPETEN

GR은 BAPETEN의 DC 형태로 이행된다. 비록 방사성 폐기물 관리의 안전에 관한 GR이 준비중에 있지만, 「방사성 폐기물 관리 안전 규정」에 관한 DC No.03(1999)는 IAEA Safety Series No. 12(1965)를 적용하여 1999년도에 제정되었다.

본 DC에는 운영 허가자가 수행해야 하는 저준위 방사성 폐기물 관리에 대한 기술 지침이 기술되어

〈표 1〉 인도네시아의 Nuclear Energy Act No. 10(1997)

조 항	내 용
Article 22	1. The radioactive waste management shall be conducted to prevent radiation hazards to workers, the public and the environment 2. The radioactive waste under paragraph(1) is classified into low-level radioactive waste, intermediate level radioactive waste, and high-level radioactive waste.
Article 23	1. The radioactive waste management under Article 22 paragraph (1) shall be performed by the Executing Body 2. In performing radioactive waste management under paragraph (1), the Executing Body may cooperate with or appoint State Company, co-operative, and/or private company.
Article 24	1. Low-level and intermediate-level radioactive waste generator shall collect, segregate, or treat and temporarily store those wastes before being transferred to the Executing Body, pursuant to Article 23. 2. High-level radioactive waste generator shall temporarily store those wastes during the period not less than the life time of nuclear reactor.
Article 25	1. The Executing Body provides the final repository for high level radioactive wastes. 2. The siting of final repository under paragraphy (1) shall be stipulated by the Government after having an approval from the House of Representative of the Republic of Indonesia.
Article 26	1. The radioactive waste storage pursuant to Article 23 paragraphy (1) and Article 25 paragraph (1), shall be subjected for fee. 2. The amount of storage fee under paragraph (1) will be stipulated by the Decree of the Minister of Finance.
Article 27	1. The transportation and storage of radioactive wastes shall consider the safety of workers, public and environment 2. The provisions on radioactive waste management, including the waste transportation and disposal under paragraph (1), shall be further implemented by Government Regulation

있다.

DC에는 방사성 폐기물 관리 형태에 있어서 사용자가 개별적으로 수행하는 처분과 방사성 폐기물 관리에 의한 수집 처분으로 구분하고 있다.

이러한 조항들은 사용자에 의해 생성된 폐기물에 국한되어 있으며,

원자로 운전, 우라늄 채광, 그리고 공정 설비로부터 발생하는 폐기물에는 적용되지 않는다.

「방사성 폐기물 관리 사용자 기술 지침서」에 대한 DDG (Decree of Director General ; BATAN No. 11/DJ/II(1986))은 IAEA Safety Series No. 16(1966)을

기본으로 제정되었으나, 본 DDG는 BAPETEN의 DC에 의해 아직 개정되지 않았으며, 여전히 유효하다.

방사성 폐기물 관리 현황

이미 알고 있는 바와 같이 방사

성 폐기물은 액체·기체 및 고체 형태로 존재할 수 있다.

BATAN에 의해 운영되고 있는 방사성폐기물 관리기술센터의 전문으로 발생된 폐기물량과 기타 사용자 저장 시설에 있는 1999년까지의 방사성 폐기물량은 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 BATAN의 설비로부터 발생된 방사성 폐기물 종류가 매우 다양하고(액체·수지·HEPA 필터 및 사용후 선원 등) 부피도 상당량을 차지하고 있다는 것을 알 수 있으며, 사용자 설비에는 산업체, 방사선 탐사 및 방사성 동위원소 생산 업체로부터 발생된 폐선원 및 밀봉 선원 폐기물이 포함되어 있다.

DC BAPETEN No. 3(1999)에 따르면, 단반감기 고체/액체 폐기물은 사용자 스스로 관리해야만 하는데 여기에는 두 가지 원리가 적용된다.

첫째로, 방사성 폐기물들은 방사능 준위가 인가된 준위 아래로 붕괴될 때까지 충분한 시간 동안 통제된 조건하에서 분리 수집하고 저장해야 한다는 것이다.

두 번째로는 방사성 폐기물의 농도와 총비방사능 및 환경의 폐기물 수용 능력 등을 평가한 후 외부로 방출되어야 하며, 이러한 환경으로의 방출은 사용자가 BAPETEN으로부터 허가를 취득한 후에 이행되

<표 2> 인도네시아의 방사성 폐기물 현황

Practices	Type	Radionuclides	Activity	Total Amount	Location
Radioisotope production, Reactor operation, Nuclear Fuel Production, others	Liquid	o-60, Cs-137, Zn-65, Cd-109, Mn-54, Zr-95	1,782 Bq/m ³	224 m ³	BATAN's Radwaste Center
	Resin	Co-60, Cs-137, I-131	max. 1 Ci/m ³	2100 l/year	
	Solid	Cs-137, I-131, I-125, Co-60	max. 200mR/h	1184drums(100 l) 32shells(350 l)	
	HEPA Filter	U-235, U-238	5 mR/h	142	
Medicine	Spent Sources	Cs-137	400-1300 Ci	9	BATAN's Radwaste Center
		Ra-226	25 mCi	6	
Lightning rod	Solid	Ra-226 Am-241	100-600 mCi/each	809	BATAN's Radwaste Center
Industrial applicatin	Sealed Sources	Co-60, Sr-90, Cs-137, Kr-85, Am-Be	22,125 C	37	BATAN's Radwaste Center
Industrial applicatin	Sealed Sources	Co-60, Sr-90, Cs-137, Kr-85,	1-4 units	58	User's Facility
Industrial Radiography	Sealed Sources	Ir-192	< 2-5 Ci	173	User's bunkers
Radioisotope Production	Spent Sources	Ir-192	< 2-5 Ci	164	BATAN's facility

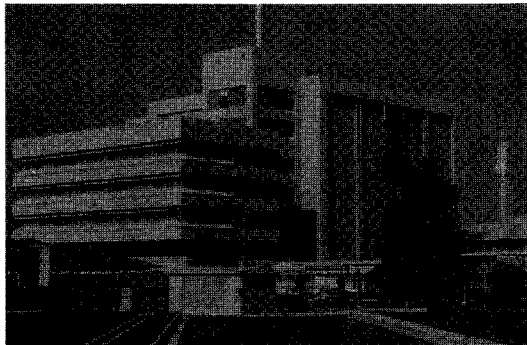
어야 한다.

장반감기 혹은 독성 물질을 포함하고 있는 방사성 폐기물은 처분 전 특별히 처리하여야 한다.

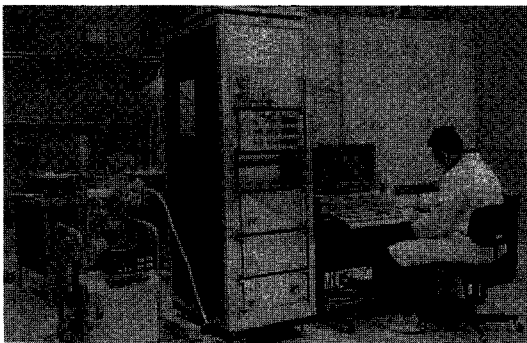
화학적 처리 방법 외에 소각 또는 압축 방식이 폐기물의 부피를 줄이는 데 이용되며, 부피 감용 후

에 사용자는 BATAN의 폐기물 저장고로 폐기물을 이송한다.

규정에 따르면 장반감기 밀봉 선원을 선적하기 전에 밀봉 선원 폐기물을 반드시 제조 업자 혹은 공급자에게 회수되어야 한다는 계약서가 사용자와 제조 업자 혹은 공



인도네시아 원자력청 (BATAN)



재료과학연구센터의 실험 장치

급자 사이에 체결되어야 한다고 요구하고 있다.

또한 단반감기 밀봉 선원의 경우에는 이들 물질들이 최소 준위까지 붕괴될 때까지 저장한 후 BATAN으로 혹은 제조 업자/공급자에게 보내도록 요구하고 있다.

주요 현안 및 문제점

BAPETEN은 최근에 설립된 규제 기관이지만 방사성 폐기물 관리 설비에 대하여 일부분의 검사(Inspection)를 수행했다.

BAPETEN은 방사성 폐기물이

현재 혹은 미래 세대에 중요한 문제가 될 수 있다고 인식하고 있으며, 현재 규제·인허가 및 검사에 관한 의사 결정을 내리기 위한 기준이 될 수 있는 프로그램을 만들고 있다.

인도네시아에서 방사성 폐기물 관리에 관련한 주요 현안 및 문제점은 다음과 같다.

1. 장비의 부족

일부분의 연구소는 방사성 폐기물을 취급하거나 처리하는 데 사용되는 장비를 충분히 갖추고 있지 않다.

2. 방사성 폐기물 관련 자료 유지 관리 체계 미비

인도네시아의 원자력병원(Nuclear Medical Center)에서 환경으로 방출되는 방사성 폐기물과 밀봉 선원의 재고량에 대한 유지 관리가 제대로 이루어지고 있지 않으며, 기록 관리도 미흡한 실정이다.

따라서 위원회에서는 이용자에게 폐기물을 유용하게 기록 관리할 수 있는 방안을 권고하고 있으며, 발생 폐기물을 BATAN에 의해 운영되고 있는 방사성폐기물센터로 보내거나 혹은 제조 업자/공급자에게 보내도록 권고하고 있다.

3. 타 산업체에서의 권고안 무시

몇몇 경우에 있어서, 위원회는 제조 업체로 회수한다는 계약을 하지 않고 방사성 물질이 이미 수입된 것과 같은 기정 사실(fait-accompli)에 직면하였다.

이러한 현상은 특히 정부 연구소 산하에서 추진중인 프로젝트에 관련되어 있으며 이들 연구소의 관리자들은 방사성 폐기물에 적용되는 법규에 대한 인식이 부족하기 때문이었다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 위원회는 관련 정부 기관과 긴밀한 협력 관계를 유지해 오고 있다.