

한국원자력연구소 방사선방어기술 개발 및 연구 현황

한국원자력연구소 방사선안전관리실

하 정 우

요 약

1959년 한국원자력연구소가 창립됨과 동시에 “Health Physics”, 즉 보건물리라고 하는 명칭과 조직이 탄생되어, 방사선안전관리의 실무와 보건물리의 연구가 시작되었다.

최초 10년간은 선진제국의 보건물리분야의 연구와 기술을 추적하여 우리나라의 방사선안전관리 기술의 기초를 다지는 시기로서 개인방사선모니터링기술, 환경방사선(능) 모니터링기술 및 방사선방어 용계측기기의 교정기술 개발에 중점을 두고 연구개발이 추진되었으며, TRIGA Mark-II 연구용원자로의 가동에 따라 원자로 생체차폐체의 건전성 검증에 관한 유익한 방사선량 측정자료도 얻게 되었다. 즉 이 기간은 방사선안전관리의 체제정비 및 기초기술 확립에 노력한 기간이었다.

1970년대는 원자력 연구개발에 대한 기본방향과 정책의 변경등으로 보건물리 연구조직은 방사선안전관리, 환경연구 그리고 방사화학분야로 분산되었으며, 그로인하여 연구개발활동은 거의 정체되어 겨우 방사선안전관리 실무만이 그 명맥을 유지하였다. 그 결과 우리나라 방사선안전관리 및 그와 관련된 연구개발의 기반이 흔들리게 되었으나, 그러한 환경하에서도 방사선량측정평가기술, 방사선차폐설계기술 및 원자로사고시 피폭선량평가기술의 선진화에 필요한 지식을 얻었으며, 방사선 안전관리에 유익한 실무경험도 축적하게 되었다.

1980년대는 통합된 원자력 연구개발체제의 구축으로 방사선작업종사자 및 일반공중의 피폭저감화 기술개발에 필요한 각종 최신기술을 도입하였고, 관리업무에 있어서도 측정의 정확도와 신뢰성향상 및 새로운 관리기술의 개발에 많은 노력을 한 결과, 유익한 성과를 얻게 된 기간이다. 특히, 이 기간은 방사선안전관리기술의 선진화를 위한 지식이 축적되어 90년대의 방사선안전관리기술 자립화를 위한 전환기로서, 이와같이 축적된 기술은 원자력의 평화적 이용에 크게 기여할 것으로 기대된다.

1. 概 要

原子力研究所가 創立됨에 따라, 우리나라에서는 처음으로 “Health Physics”, 우리말로 翻譯하여 “保健物理”라고 하는 名稱과 組織이 탄생되어, 放射線安全管理의 實務와 保健物理의 研究가 시작되었다.

最近 10年間은 先進諸國의 保健物理分野의 研究와 技術을 追跡하여 우리나라의 放射線安全管理 技術의 基礎를 確固하게 다지는 同時에 放射線測定技術의 開發과 各種 節次書를 準備하고, 이러한 經驗을 바탕으로 하여 個

人外部 및 內部被曝線量 測定 評價技術, 環境放射線(能) 모니터링技術, 그리고 放射線防禦用 計測機器의 較正技術의 開發에 重點을 두고 研究開發이 推進되었

다. 아울러 TRIGA Mark II 研究用 原子爐의 稼動에 따라 原子爐 生體遮蔽體의 健全性 檢證에 관한 有益한 放射線量 測定資料도 얻게 되었다. 이 期間 동안은 研究用 原子爐 施設과 放射性同位元素의 理·工·醫·農 및 産業의 利用과 關聯된 放射線安全管理의 體制整備 및 基礎技術 確立에 努力하였다.

1970年代는, TRIGA Mark-III 研究用 原子爐施設의

稼働과 關聯研究施設の 整備·擴充이 進展됨에 따라, 研究活動도 活發할 것으로 期待되었으나, 原子力研究開發에 대한 基本方向과 政策의 變更等으로 保健物理學研究組織은 放射線安全管理, 環境研究 그리고 放射化學分野로 分散되게 되었으며, 그로 인하여 研究開發活動은 거의 停滯되다시피하였으며, 겨우 放射線安全管理 實務만이 그 命脈을 維持하게 되었다. 이 時期가 放射線安全管理 分野에서는 가장 암울했던 時代였고, 그 結果 우리나라 放射線安全管理 및 그와 關聯된 研究開發의 基盤이 흔들리게 되었고, 發展의 脈이 끊어질 뻔 하였다.

이와같은 研究開發 環境下에서도 放射線量測定評價技術(radiation dosimetry), 放射線遮蔽設計技術 및 原子爐事故時 被曝線量評價 技術의 先進化에 필요한 知識을 얻었으며 放射線安全管理에 有益한 實務經驗도 蓄積되게 되었다.

1980年代는, 統合된 原子力研究開發體制가 構築되어, 國際放射線防禦委員會(ICRP)의 ALARA (As Low As Reasonably Achievable) 精神에 따라 一般公衆 및 職業人의 被曝低減化 技術開發에 필요한 各種 最新技術을 導入하였으며, 管理業務에 있어서도 測定の 正確도와 信賴性的의 向上과 業務의 効率化에 內實을 圖謀하였으며 새로운 管理技術을 開發하는데 많은 努力을 한 結果, 有益한 成果를 얻게된 期間이다.

특히 이 期間은 放射線安全管理技術의 先進化를 위한 知識 및 先進技術이 蓄積되어 90年代의 放射線安全管理技術의 自立化를 위한 轉換期이다. 이와같이 蓄積된 技術은 原子力의 平和의 利用에 크게 寄與할 것으로 期待된다.

2. 保健物理의 研究

1) 外部被曝線量の 測定 評價

外部被曝線量の 測定評價에 관한 研究는 個人被曝線量の 測定評價, 各種 放射線의 測定法, 그리고 線量計測에 관한 基礎的 研究로 크게 나누어 遂行되었다.

原子力研究所 創立初期에는 TRIGA Mark-II 研究用 原子爐와 放射性同位元素製造 및 使用施設에서 研究開發事業에 従事하는 사람에 대한 被曝線量の 測定評價法의 開發이 필요하였다. 따라서 넓은 에너지 範圍에 대응하는 γ 線의 線量測定法, β 線 線量測定法, 熱中子 및 速中子 線量の 測定評價에 대한 技術開發이 遂行되었

다. 個人被曝線量測定器로서는 필름배지가 開發되어, 1980年代 初 熱螢光線量計(TLD)가 利用될 때까지 被曝管理에 使用되었다.

2) 線量計測 및 測定法の 開發

1960年代에는 美國으로부터 導入한 放射能計測裝置, 서베이미터, 各種 모니터등 放射線管理와 被曝管理의 實務에 使用되는 計測機器들의 測定原理 및 使用特性에 관한 基礎的 研究가 遂行되었다.

1970年代에는 海外訓練을 통하여 習得한 知識과 經驗을 바탕으로 하여 中子線量當量 測定을 위한 多檢出器法, γ 線 skyshine 線量評價에 대한 計算, 空氣中 라돈濃度 測定評價法, 固體飛跡檢出器에 관한 開發研究가 遂行되었다.

1980年代에는 放射線遮蔽設計 技術 및 放射性物質의 輸送中 事故解析에 관한 開發研究, 그리고 國際放射線防禦委員會의 勸告를 國內法令의 導入에 對備한 實效線量當量の 評價와 그 方法을 適用하기 위한 學·研 共同 研究가 遂行되고 있었다.

3) 內部被曝線量の 測定 評價

人體에 들어간 放射性物質에 의한 內部被曝에 관한 研究가 研究所 創立 初期부터 시작하여, 初期의 約 15年 동안에는 分析·測定技術에 관한 開發 研究를 하였다. 그후 約 10余年 동안은 核燃料 設計 및 加工事業과 관련하여 α 核種의 分析法 內部被曝線量 評價法의 確立에 重點을 두고 開發이 遂行되었다.

1980年代 中半以後부터는 開發된 技術의 改良을 통하여 內部被曝管理實務에의 適用, 線量評價法의 檢討에 重點을 두고 開發研究가 遂行되었다.

특히 1980年代初부터 國際적으로 라돈(Rn)被曝에 대한 關心이 높아짐에 따라, 大氣中 라돈放射能에 의한 內部被曝線量 評價에 대한 開發研究가 現在 遂行되고 있으며, 동시에 國際原子力機構 主管下에 推進되고 있는 “人間環境에서의 라돈” 題下의 國際共同研究에도 參與하게 될 것으로 期待된다.

그 以外에 事故時 中子被曝線量 評價法의 하나로 血液中 나트륨의 放射化에 의한 中子被曝線量 評價法에 대한 研究開發도 現在 遂行中이다.

3. 放射線 安全管理

韓國에너지(研)에 대한 放射線安全管理 業務는 原子力研究所開所와 同時에 始作하였고, TRIGA Mark-II 研究用 原子爐의 臨界試驗을 비롯하여 Co-60 照射室, 中性子發生裝置등의 稼動에 맞추어 管理基準의 制定과 放射線安全管理 技術의 開發이 遂行되었다. 이 時期에 放射線安全管理의 基礎가 마련되었다. 그후 TRIGA Mark-II의 出力增強, TRIGA Mark-III의 臨界, 出力試驗 및 稼動等과 함께 放射線安全管理은 많은 改善이 이루어져 1970年 中半 現在의 施設 放射線安全管理의 基本體制가 確立되었다. 이와함께 ฟิล름배지에 의한 外部被曝管理, bioassay에 의한 内部被曝의 測定評價, 放射線 모니터링等 放射線管理 業務에 필요한 體制가 整備되었다.

1980年代에 들어와 韓國原子力研究所와 韓國核燃料開發公團이 韓國에너지研究所로 統合되면서 두 研究所의 放射線安全管理 業務도 一元化되어 우리나라에서 放射線安全管理 分野의 名實相符한 中樞의 役割과 機能을 맡은 組織 體制가 確立되게 되었다.

한편 1980年代 初부터 環境問題가 重要視되기 시작하여 原子爐施設等에서 氣體, 液體廢棄物의 放出 低減化을 위한 計劃이 樹立되고, 이에 대한 研究開發이 始作되게 되었다. 韓國에너지(研)에서 確立된 放射線安全管理 시스템은 韓電의 原子力發電所의 管理 시스템 開發에 寄與한 바가 크다.

1980年代 中半 以後부터는 여러가지 最新技術을 放射線安全管理 시스템에 導入하여, 業務의 効率化, 合理化, 正確化를 企圖하게 되었다. 施設 放射線安全管理에 있어서는 放射線모니터링 시스템의 電算化를 開發하여 照射後 試驗施設에 導入하였고 核燃料加工施設, 核燃料變換施設, 放射性同位元素生産 및 使用施設에서의 放射線모니터링 시스템이 強化되었다.

被曝管理에 있어서는 被曝線量測定評價의 電算시스템을 構築하여 正確도와 信賴性을 向上시켰다.

放射線計測器의 管理 및 試料測定關聯業務에 있어서는 1976년 放射線計測分野 國家 2次較正檢査機關으로 指定받아 原子力發電所 및 放射性同位元素利用機關에서 사용되는 各種 放射線防禦用 測定器의 較正業務를 擔當, 較正 서비스를 提供함은 물론 較正의 適及性을 維持

하는데 많은 努力을 기울였다. 또한 放射能計測시스템을 整備하여 γ 線核種分析을 中心으로 試料計測業務의 効率化를 이룩하였다.

1) 被曝 管理

個人的 外部被曝과 内部被曝의 管理는, 基本的으로 1960年代부터 1970年代에 걸쳐서 整備한 管理方式에 따라 現在까지 施行되어 왔다. 1980年代에는 管理對象者數의 急增으로 個人 放射線被曝線量管理制度를 電算化하였다.

1980年代의 被曝狀況은 1970年代와 比較하여 集團全身被曝線量이 220%, 平均被曝線量이 149% 增加하였다.

(1) 外部 被曝

個人的 外部被曝管理는 1960年初부터 放射線管理區域에 出入하는 모든 放射線作業從事者에게, 原子力研究所가 開發한 個人被曝線量計를 支給하였고, 測定 評價에서 記錄의 管理까지 一元적으로 管理하는 方式을 採用하였고, 그 方式은 現在까지도 繼續되고 있다. 全身被曝線量의 測定은, 基本測定器로서 ฟิล름배지를, 補助計測器로서 포켓電離函을, 그리고 局部被曝線量測定에는 가락지배지와 손목배지 등을 使用하였다.

基本測定器인 ฟิล름배지는 中性子線量의 測定이 可能함과 동시에 β 線 및 X線의 에너지特性도 判別이 可能하였다. 이 基本測定器들은 1980年初 熱螢光線量計(TLD)로 完全 代替되었다.

個人被曝데이터管理에 있어서, 1985년까지는 手作業에 의하여 記錄管理를 하였으나, 1985년부터는 職員의 모든 記錄을 電算處理하게 되었으며 1988년에는 TL알고리즘을 開發하여 個人被曝線量管理의 電算化를 構築하므로써 測定評價의 正確도와 信賴性을 向上시켰다.

過去 27年間(1962년부터 1988年度까지)의 全身被曝狀況은 그림 1에 나타낸 바와 같다. 1980년까지는 年平均被曝線量의 增減이 全體平均被曝線量에서 크게 벗어나지 않으면서 변하였으나 1981년부터 增加를 하여 1983년에 最高值를 나타내었고 다시 減少하여 全體平均被曝線量을 維持하였다.

2) 内部 被曝

1961年頃부터 bioassay法の 研究가 始作되어, 管理業務로서 本格的으로 實施된 것은 1963年頃이었다. 尿

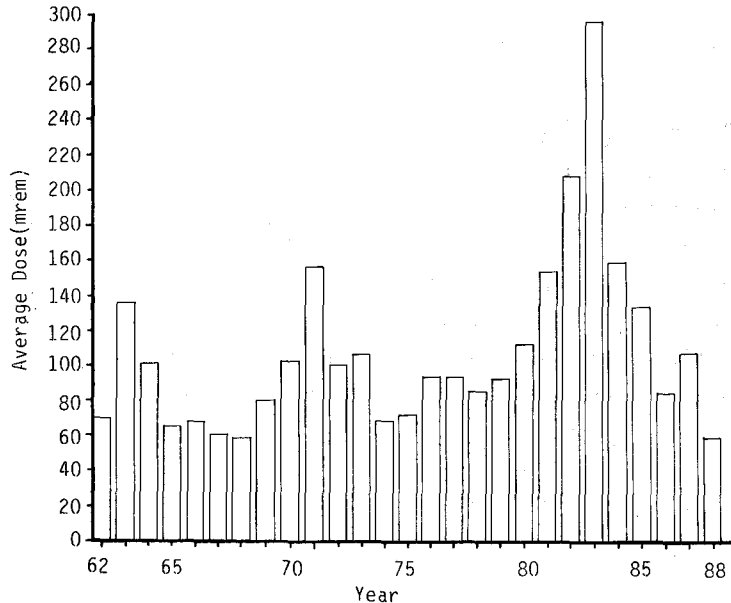


그림 1. 연평균 피폭선량.

分析에 의한 體內汚染檢査가 全 放射性核種에 대하여 實施되었으며, 이 bioassay法이 아닌, 最新技術인 레이저를 사용하는 分析法을 開發하였으며, 內部被曝線量 測定評價의 正確性和 信賴性 그리고 管理業務의 効率化에 크게 寄與하였다.

研究所設立 이래 現在에 이르기까지 體內汚染에 의한 內部被曝線量이 有意한 線量 以上으로 體內汚染이 發生한 경우는 없었다. 이러한 사실은 放射線作業計劃이 玆 玆하게 樹立되어 體內汚染의 防止와 作業環境모니터링이 원활하게 그리고 철저히 實施되었다는 것을 立證하는 것이다.

3) 施設 放射線 管理

施設放射線管理의 基礎는 1960年代에 이루어졌다. 1962年 TRIGA Mark-II 研究用原子爐의 稼動에 對備하여, 管理의 基本이 되는 管理規程과 各種節次 그리고 放射線 測定裝備 등이 完備되었다. 이러한 基準을 基礎로하여 TRIGA Mark-II 研究用原子爐, 코발트照射室, R.I. 生産室 等에 대한 管理의 實務가 始作되었다. 그 이후 1969년의 TRIGA Mark-II의 熱出力 增強과 1972年 TRIGA Mark-III의 稼動에 따른 管理가 繼續되었으며, 이 期間이 施設에 대한 放射線管理의 基礎를 確固하게 한 時期였다.

TRGIA Mark-II 및 -III의 出力增強試驗과 稼動試驗 運轉에 들어간 1972年 이후 數年동안은 研究用原子爐에 대한 Area Monitor, Air Monitor, Water Monitor와 같은 放射線모니터링시스템의 較正法의 確立에 努力을 傾注하였다. 또한 原子爐施設의 假想事故時의 放射線障 害解析法을 開發하였고, 그 結果를 適用하여 TRGIA Mark-II와 TRGIA Mark-III에 대한 障害解析을 하였다.

1970年代 中半부터 原子爐의 稼動, 中性子加速器의 運轉, 大單位코발트 照射施設과 같은 大型施設의 本格的 稼動에 따라, 複雜多様な 放射線作業에 對處할 必要가 生겼다. 管理를 效果의이고 統一되게 遂行할 目的으로, 各 施設마다 別途로 作成된 各種 放射線管理 規程 (保安規程)들을 一元化시켜 管理業務의 內容과 範圍를 明確히 定義하고, 被曝管理和 管理測定法을 重點으로 한 放射線管理節次書가 現在 作成 進行中에 있다. 이 節次書는 管理基準과 概念의 變更과 最新技術의 導入을 항상 受容할 수 있도록 作成될 것이다.

4) 放射線 計測器의 管理 및 較正

放射線管理에 使用하는 計測器의 維持管理體制는 1960年代末에 그 基礎가 마련되었다. 즉 그때까지 蓄積된 技術을 基礎로 1963년부터 放射線計測器의 點檢, 較

이루어져 1970年 中半 現在の 施設 放射線安全管理의 基代에 들어와 AEC-NIM 規格에 依據한 放射線모니터용 모듈(module) 規格化가 進展되어 放射線모니터들은 이 새로운 規格의 모니터로 代替되어 維持管理業務의 合理化와 모니터링시스템의 稼動率도 向上되었다.

1970年 中半부터 1980年 初까지 새로운 研究施設이 增設되고 이와 더불어 放射線모니터 및 서베이미터의 點檢較正業務와 함께 管理試料計測業務도 增加하였다. 특히 較正業務는 國家 1次標準機關인 韓國標準研究所의 創立과 함께 1976年에 放射線計測分野 國家 2次較正檢査機關으로 指定을 받게되어 較正體制가 確立되었다.

1978年 우리나라 最初の 原子力發電所인 古里原子力發電所가 商業發電을 始作하고, 放射性同位元素의 産業的利用度가 급격하게 增加함에 따라 서베이미터를 포함한 各種 放射線計測器의 較正서비스業務도 1988年까지 지속적으로 增加하게 되었다. 이 期間동안에 較正關聯

技術과 經驗이 상당히 蓄積되게 되었고, 較正裝備도 充足하게 補充되었다. 2次較正檢査機關으로 指定 받은 이후 較正서비스를 提供한 實績은 表 1과 같다.

표 1. 교정서비스 실적

서비스 연도	교정 건수
1978년도	608건
1979년도	865건
1980년도	1543건
1981년도	1580건
1982년도	2741건
1983년도	3688건
1984년도	5625건
1985년도	8439건
1986년도	12588건
1987년도	7895건
1988년도	4458건