

## 再處理施設周邊의 環境安全技術 高度化

放射線量이 線量限度 以內인가를 확인하는 모니터링을 위한 앞으로의 課題는 임의의 데이터 처리기능 등 데이터管理의 高度化에 있다. 日本 東海事業所의 研究는 現行모니터링의 補充調査와 高度化, 大型再處理施設의 安全評價 方法 確立에 노력하고 있다.

### 環境放射線(能) 모니터링의 意義

原子力施設의 設計, 建設 및 運轉에 있어서는 安全對策을 몇겹으로 대비하는 「多重防護」라는 概念이 採用되어 周邊公衆의 健康과 安全을 確保하고 있다.

氣體 및 液體폐기물의 放出管理에 대해서도 똑같이 配慮되고 있다. 環境으로 放射性物質의 放出을 가능한한 低減시키기 위하여 폐기물처리설비, 저장설비 등이 설치되고 또 시설의 放出口에 대해서 所定의 기준을 감시하며, 必要에 따라서 措置를 講求하는 것이 可能하도록 放出源모니터링이 시행된다. 放出源모니터링은 施設의 健全性 確認 및 環境으로의 영향 감시 역할을 하고 있다.

또한 環境에서 線量이 公衆 個人의 線量限度를 充分히 밀돌고 있음을 確認하는 것을 기본목표로 하여 環境放射線(能) 모니터링이 實施된다. 具體的으로는 ① 公衆의 被曝線量 推定·評價, ② 環境의 放射性物質 準位 把握, ③ 施設로부터 豫期치 못한 放出에 의한 周邊環境으로의 영향 판단 등을 主目的으로 하고 있다.

이와 같은 目的을 달성하기 위한 環境감시계획의 立案에서는 社會的인 요청, 즉 퍼브릭어셉턴스(PA)의인 觀點과 防災對策을 考慮할 必要가 있다. 日本의 原子力施設에서는 設計, 建設, 運轉 등 各 단계에 대해서 所要의 對策이 講求되어

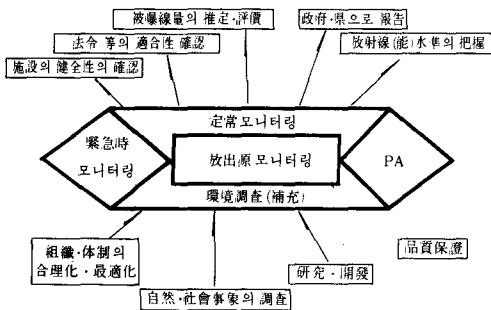
있으나, 만일의 사태에서도 的確하게 대응할 수 있는 體制의 정비, 充實이 必要하다. 이와 같은 思考 등도 반영하여 감시계획의 구체적 내용이 결정된다.

日本東海再處理施設의 環境감시계획은 1975年 5월에 原子力委員會·環境放射線모니터링 中央評價專門部會의 審議를 거쳐 決定되었다. 審議에서의 基本的思考方式은 ① 施設에 起因하는 被曝線量이 公衆의 構成員에 대한 線量限度를 下廻하고 있음을 確認할 수 있을 뿐아니라, 安全審査에서 評價된 被曝線量 程度의 線量을 파악할 수 있을 것, ② 被曝線量은 모니터링의 實測值를 기초로 算出함을 原則으로 하나, 放出에 起因하는 기여를 선별하여 被曝線量을 算出하는 것이 곤란한 경우에는 방출기록을 기초로 算定할 것, ③ 기타 主要한 經路로부터의 피폭을 감시할 수 있을 것, ④ 長期的인 變動을 파악할 수 있을 것 등이었다.

具體的인 감시계획으로는 放射線(能) 關聯 測定對象으로 空間線量率, 積算線量, 空氣(浮遊塵, 要素, 氣體狀베타放射能), 雨水, 降下塵, 飲料水, 야채, 쌀, 牛乳, 表土, 河川水, 河底土, 海水, 海底土, 海岸砂, 海產生物(白砂, 魚類, 海藻, 貝類), 漁網, 船體가 있다. 氣象 關聯으로는 風向, 風速, 氣溫, 氣溫差, 降雨量 및 大氣安定度의 觀測이 實施되고 있다. 또 海象데이터의 收集을 위한 補充的 調査로 流向, 流速, 水溫, 鹽

分 등의 觀測이 實施되고 있다. 最終적으로는 이러한 광범하고 大量的의 모니터링 결과를 기초로 公衆의 被曝線量이 推定·評價된다.

東海再處理施設周邊의 환경모니터링 結果는 定期的으로 政府 및 茨城縣에 報告되고, 政府에서는 前述의 專門部會에서 審議한다. 또 茨城縣에서는 그밖의 原子力施設周邊의 환경모니터링 데이터와 함께 東海地區環境 방사선감시위원회에서 審議한다. 지금까지의 審議결과로는 東海再處理施設로 부터의 放出에 의한 周邊環境의 異常은 발견되고 있지 않다.



再處理施設주변의 환경안전 확보

## 環境모니터링과 데이터管理

環境모니터링은 광범하고 또한 장기간의 調査와 이것으로 부터 얻어지는 大量的의 데이터를 취급하기 위하여 業務의 効率化와 데이터의 信賴性確保가 必要하다. 日本의 東海再處理施設周邊의 환경감시에 있어서는 監視計劃 策定 當初부터 컴퓨터를 導入하여 業務에 應한 어플리케이션시스템을 開發했다. 그 成果例로는 「環境감시텔레미터시스템」 및 「環境데이터 管理시스템」이 있다.

空間線量率, 風向, 風速 등의 連續감시를 위해서 環境감시텔레미터시스템을 開發하여 1976年 4月부터 運用은 開始함에 따라 데이터의 收集, 處理, 保存 등의 業務에 대해서 自動化·効率化를 도모해 왔다. 데이터의 處理·保存의 中心은 텔레미터데이터處理裝置로서 컴퓨터에 의한 任意期間동안의 데이터 檢索, 감시정보관리, 作業처

리, 기본통계처리 등에 의하여 데이터管理業務의 効率化를 도모하며 또한 그래픽處理, 각 감시항목의 변동 경향 및 감시항목 相互間의 關係를 용이하게 파악할 수 있다. 연속감시의 대상항목은 생데이터 및 그 變換值를 포함하면 現在 110項目인데, 앞으로의 計劃을 포함하면 約 130項目이 될 것이다.

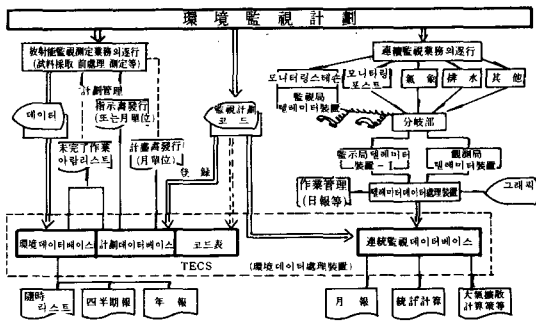
連續運轉시스템은 萬一의 경우에 백업시스템이 문제가 되지만, 그 對策으로 監視局의 텔레미터장치를 2系列化하여 負荷分散을 도모하고 있다. 또 最終적으로는 上位머신인 環境데이터처리장치에 준비되어 있는 데이터베이스로 年間的 10分値를 保存한다. 環境데이터처리장치에서는 이들 데이터의 統計計算, 放出源情報 및 氣象데이터에 의해서 실제의 大氣 확산 圖形表示 등도 可能하다.

환경試料中の 放射能分析·測定結果는 環境데이터관리시스템 (TECS)을 開發하여 데이터管理를 시행하고 있다. TECS는 階層構造의 데이터베이스(DB)로서 定期모니터링의 實施에 수반되는 環境試料의 採取, 前處理, 測定, 데이터처리까지 一聯의 作業을 效率적으로 確實히 實施하기 위하여 開發되었다. TECS는 計劃DB, 環境DB, 코드表로 構成되어 있다. 計劃DB에는 事前에 定期모니터링計劃에서 基礎年間的 採取試料名, 採取試料場所, 採取目標量, 前處理方法, 測定分析核種 등이 등록되어 있으며 업무에 대응한 計劃書 혹은 指示書를 發行한다. 環境DB에는 計劃DB에 따라서 實施한 試料의 採取條件, 前處理條件, 測定, 分析結果 등이 登錄되며 4半期報告書 및 年間報告書의 作成, 任意의 등록데이터에 대한 檢索이 可能하다.

環境DB는 計劃DB와 합쳐서 未完了作業에 대한 아람리스트를 發行하고, 어느 期間內的 作業의 進陞狀況을 확인하는 作業實施에 對한 防護機構도 갖추고 있다. TECS는 環境관리업무의 계획적인 수행과 방대한 데이터의 管理라는 면에서 모니터링의 實施에 있어서 重要的 位置를 占한

다. 現在 統計處理 및 그래픽處理機能의 整備를 計劃하고 있다.

大量的의 데이터가 發生하는 環境모니터링은 이로부터 얻은 데이터를 統計的으로 處理함으로써 變動傾向을 파악하고, 環境평가와 關聯되는 파라미터의 信賴性 檢討를 위한 資料로 제공되는 것이 必要하다. 今後는 今까지 各種 어플리케이션시스템의 整備를 도모해 왔다. 今後는 今까지 축적된 데이터에 기초하여 異常值 判定의 自動判斷機能, 任意데이터의 처리기능 등을 개발함으로써 데이터管理의 더 한층 高度化를 도모해야 한다.



환경데이터관리시스템

### 環境安全研究의 推進

原子力開發 利用에 있어서 施設의 工業的 安全性을 높이고, 그 信賴性을 確保하는 것은 물론, 施設로부터 放出되는 放射性物質의 環境中에서의 舉動에 關한 연구, 被曝線量평가 方法의 開發等을 통하여 技術 및 지식의 더한층 充實을 도모하여 綜合的인 安全性을 높이는 것이 必要하다.

現在 日本 東海作業所에서 實施하고 있는 環境安全研究는 定常모니터링을 補充하는 調査 및 現在의 모니터링을 더욱 高度化시키기 위한 研究이다.

#### • 定常모니터링을 補充하는 調査

1975年 東海再處理施設의 環境감시계획 수립시 環境파라미터의 信賴性을 確認하고 放射性物質의 環境中에서의 移行, 蓄積에 關한 詳細한 情報를 얻기 위하여 定常모니터링과는 別途로 補充

的 調査의 實施가 考慮되었다. 具體的으로는 ① 大氣확산조사, ② 大氣中의 트리튬 調査, ③ 要素-129의 蓄積에 關한 調査, ④ 海洋 확산조사, ⑤ 海底土 調査, ⑥ 漁網 등의 調査, ⑦ 事前 背景 調査 등 7個項目이다. 今後 ①, ④, ⑥ 및 ⑦에 對하여는 所期의 目的을 거의 達成하였으며 ②, ③ 및 ⑤에 對하여는 長期的인 變動 및 水準을 파악한다는 觀點에서 계속조사를 進行하고 있다.

#### • 放射性物質의 移行經路에 關한 研究

再處理施設周邊의 環境방사능조사를 실시하여 大氣, 海洋, 土壤 및 生物에서의 移行機構에 關한 기초데이터를 수집하여 實用的이고 現實的인 評價를 위한 지식의 充實을 도모하는 것이 必要하다. 이 一環으로써 플루토늄-239·240, 要素-129, 安全要素, 토륨 등의 環境중에서의 거동에 關한 調査를 실시하고 있다. 이와 같은 研究가 앞으로 大型再處理施設의 建設, 運轉에 參考資料가 될 것이다.

#### • 長半減期核種의 分析測定法에 關한 研究

再處理施設 特有의 長半減期核種 測定分析法에 對해서는 環境調査 實施의 觀點에서 定常分析業務에도 適用 可能한 方法의 開發을 檢討하고 있다. 現在는 長期的인 영향조사상 중요한 플루토늄-241, 아메리슘-241, 炭素-14, 테크네튬-99, 넵투늄-237 등의 準位調査 혹은 分析測定法의 開發을 檢討·實施하고 있다.

#### • 環境安全評價方法에 關한 研究

環境안전평가방법의 向上을 위하여 計算코드의 整備, 環境모니터링 혹은 분석측정법의 開發을 통하여 얻어진 知識을 기초로한 移行파라미터의 實證 등의 검토를 실시하고 있다. 또한 체르노빌 原子力發電所 事故에 對한 特別모니터링時에 얻어진 知識은 實際現場 파라미터의 實證이라는 觀點에서 有益한 것이었다. 앞으로도 環境조사 등에서 얻어진 데이터에 對해서 파라미터의 適用性을 考慮한 研究를 實施한다.

한편 近年에는 新型測定器가 開發됨에 따라 檢

出限界가 점차 低減되는 경향이 있는데, 現實的으로는 被曝線量이 充分히 작다는 것이 확인된다면 문제가 되지 않느냐고 생각된다. 지금까지의 實際의인 경험을 바탕으로 모니터링結果의 統計的인 變動, 測定器의 精度, 環境의 變動 등을 고려하여 合理的인 檢출한계치의 設定에 關한 檢討를 시행하고 定常모니터링에 대한 實用的인 방향성을 정하는 것도 重要한 과제이다. 앞으로 原子力利用의 확대, 多面化에 대비해서 더한층 技術 및 지식의 提供이 可能하도록 安全研究의 加一層 高度化를 도모해야 한다.

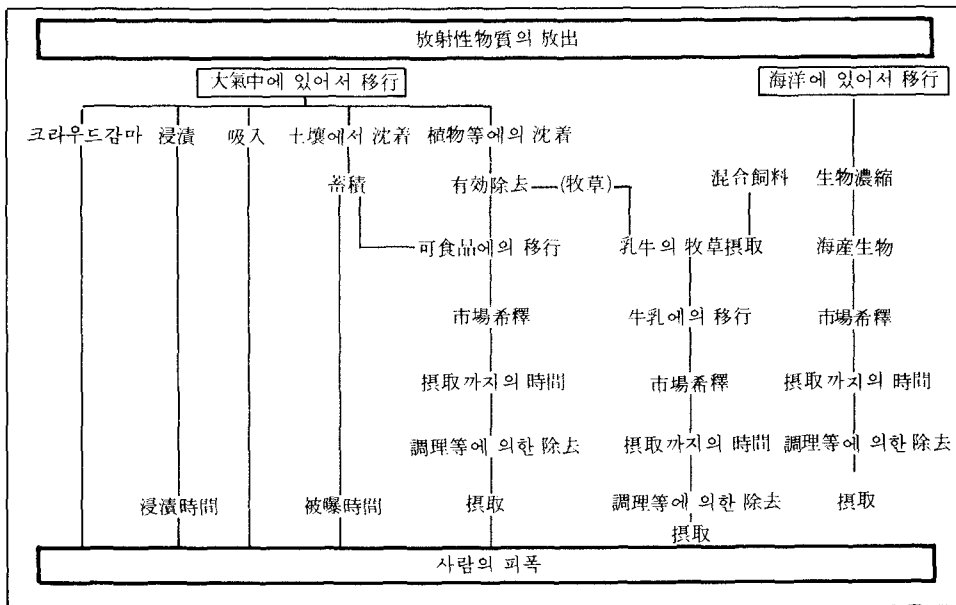
### 環境安全評價方法의 開發

앞으로의 大型再處理施設의 建設·運轉에 對備하여 日本 東海再處理施設에서 수행된 環境安全評價의 經驗, 環境모니터링에서 습득한 지식 등을 基반으로 再處理施設의 環境안전평가방법의 汎用化, 高度化가 必要하다.

東海再處理施設의 環境평가와 關連된 主要한 安全審査는 1969年 立地時의 評價, 1977年 海洋

再處理시설 주변의 環境안전기술은 실무경험, 長半減期核種의 環境중에서 의 거동에 關한 조사연구, 環境안전평가방법의 정비 등을 통하여 高度化되며, 이에 의해서 대형 재처리시설의 立地, 建設, 運轉에 크게 기여할 것이다.

放出과 關계되는 「詳細한 審査」 및 1980年 評價의 再評價이다. 1969年의 審査 時點에서는 海洋擴散의 문제에 대해서 「放射性廢液의 海洋放出調査特別委員會」의 檢討結果, 擴散實驗의 結果 등을 기초로 海洋擴散式을 組立하여 被曝線量의 評價를 시행하였다. 그후 動燃事業團 및 關聯 各機關에 의하여 東海村沿岸海域에 대한 海洋調査데이터가 蓄積되어 1977年에 「詳細한 審査」에서 海洋放出과 關계되는 파라미터 등을 보다 現實的인 것으로 평가했다. 1980年에는 海洋放出低減化設備의 設置에 따른 放出量의 평가 및 大氣放出에 關한 最新 자료를 기초로 한 평가를 거쳐 現在에



방사성물질의 방출에 따른 사람으로의 이행경로

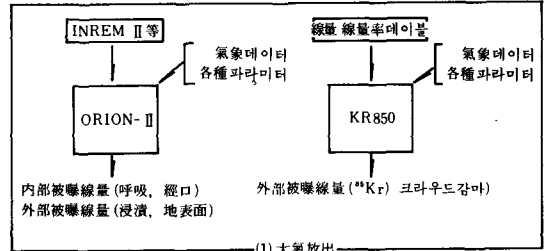
이르고 있다.

한편 1986年 2月 原子力安全委員會는 今後의 大型再處理施設에 對한 安全審査에서 考慮해야 할 事項을 定한 「再處理施設安全審査指針」을 종합완성하였다. 이 指針에는 公衆의 被曝線量評價의 對象, 評價經路 등이 포함되어 있는데, 앞으로 指針의 內容을 具體化한 評價모델, 計算코드, 妥當한 파라미터 등의 整備가 必要하다.

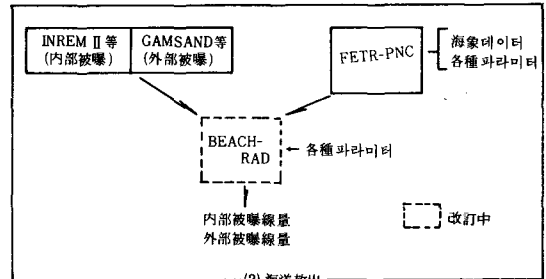
動燃事業團에서는 東海再處理施設의 經驗을 기초로 再處理施設에 適用되는 評價모델 및 파라미터의 調査·檢討를 계속 實施함과 동시에 被曝線量을 評價하기 위한 汎用的인 計算코드를 整備하고 있다.

ORION-II는 原子燃料사이클施設의 平常運轉에 의해서 大氣中에 放出되는 放射性物質의 환경중 濃度 및 一般公衆의 被曝線量을 計算하기 위하여 開發한 汎用計算코드이다. 大氣中의 擴散은 가우스型擴散式을 基本으로 하여 計算하였는데, 擴散過程의 減衰補正으로 重力沈降, 乾性沈着, 防水洗淨 및 放射性減衰를 考慮할 수 있다. 또 沈着後의 再浮遊 및 娘核種의 生成에 대해서도 考慮할 수가 있다. 被曝線量은 公衆個人的 線量으로 주어지는데, 呼吸 및 經口섭취에 起因하는 內部被曝線量 및 空氣中의 浸漬 및 地表面에 沈着한 放射性物質에 依한 外部被曝線量을 計算할 수 있다. 또 日本의 指針書類에 表示되는 모델 뿐만 아니라 諸外國의 모델에 대해서도 읍손으로 하였기 때문에 各種 케이스 스타디 등에도 適用할 수 있다.

KR85G는 再處理施設의 平常運轉에 따른 Kr-85의 大氣放出에 起因하는 全身被曝線量을 計算하기 위한 計算코드이다. 감마線에 의한 全身被曝線量을 計算함에 있어서 KR85G는 近傍에서 의 線量 기어를 보다 詳細하게 評價하기 위하여 全方位(16方位)로 부터의 기어를 고려하고 있다. 東海村沿岸海域에 適用되는 海洋評價모델은 이미 정비되어 있으나, 앞으로 汎用的인 適用을 고려하여 지금까지의 모델開發 경위 혹은 美國과의



(1) 大氣放出



(2) 海洋放出

재처리시설의 안전평가와 관계되는 계산코드

共同研究 등에 의하여 計算코드의 정비를 진행하고 있다. 海洋擴散評價에 대해서는 有限要素法에 의한 FETRA-PNC코드를 開發하였으며, 被曝線量으로의 展開를 위한 汎用計算코드에 대해서도 곧 改定을 完了할 豫定이다.

또 環境安全評價와 關聯하는 파라미터類에 대해서도 補充的인 環境調査, 定常모니터링, 測定分析法의 開發, 체르노빌 原子力發電所 事故에 수반한 특별모니터링 등에 의하여 지식을 蓄積하고 있다.

再處理施設周邊의 환경안전기술은 실무적인 경험, 長半減期核種의 환경中에서의 거동에 관한 조사연구, 環境안전평가方法의 정비 등을 통하여 高度化하고 있으며, 이러한 경험은 大型再處理施設의 立地, 建設, 運轉에 커다란 역할을 수행할 것으로 기대된다.