

強化輻射災害應變與管制技術之研究(3/4) 建立南部備援實驗室之環境試樣分析備援技術

Project of strengthening the response of radiation disaster and regulatory action (3/4) Establishment the technology of environmental sample analysis in the southern backup laboratory

摘要

2011年日本福島事故發生後，國內核能總體檢辦理成果報告敘述緊急應變機制有關輻射檢測人力及設備備援能量檢討報告之結果顯示，若在境內或鄰近之境外發生類似福島電廠核子事故，將會湧入大量需要檢測的各類農、漁、畜牧等產品，以及環境中水樣、空氣、土壤、生物樣品等樣本。然而於輻射災害發生時，為確保環境之輻射安全，在環境樣品檢測上，亦將面臨大量檢測量能之需求。因此本計畫主要目的是擴展檢測能量至環境中水樣、空氣、土壤、植物樣品與生物樣本之檢測分析技術領域，並取得相關領域檢測技術認證。

本計畫執行成果包括1.完成核能三廠環境試樣計測比較實驗，藉此比對本實驗室樣本前處理及檢測的能力；2.完成「IAEA國際原子能總署」環境試樣放射性分析能力試驗，驗證實驗室技術人員檢測穩定性與熟練度等項目；3.開設輻射安全及災害防救環境教育訓練課程，讓學生瞭解輻射的基本原理及引入輻射與日常生活的關聯性及應用，進而對輻射建立正確的觀念；4.結合恆春鎮農會提供在地農產品放射性含量檢驗分析及說明，積極扮演民眾溝通，及提升南部備援實驗室曝光度；5.完成氬及銾-90分析前處理方式作業程序書，以擴展放射性核種分析能力。

執行成果

核能三廠各季環境試樣計測比較實驗

本實驗室於111年1、4、7、10月偕同輻射偵測中心前往屏東恆春核能三廠進行環境試樣的採集及分析，一方面學習環境試樣的採樣方法及注意事項，藉此熟悉採樣流程；接續學習樣本的前處理及後續加馬能譜分析技術，以加強環境樣本放射性分析的能力。

本實驗室統計核能三廠共四季的採樣種類及數量如表1所示，包括岸沙、海水、淡水、土壤、牧草、羊奶、相思樹、葉菜類、海藻、海魚、家禽等共計82個樣本。圖1為核能三廠比較實驗採樣之相關照片。



(a)沉積物-岸沙 (b)水樣-海水 (c)沉積物-土壤 (d)生物試樣-牧草

圖1 核能三廠比較實驗採樣之相關照片

項目	水樣	沉積物	生物試樣	合計
第一季	7	8	6	21
第二季	7	5	9	21
第三季	7	8	6	21
第四季	7	5	7	19
總計				82

開設輻射安全與災害防救環境教育通識課程

本計畫於110學年第2學期在屏科大開設「天然災害防救概論」通識課程，修課人數共計110人；於111學年第1學期開設「輻射與安全」通識課程，修課人數共計103人，111年度修課人數共計213人，圖2為通識課程上課情形。本通識課程安排學生參觀放射性分析備援實驗室，講解核子事故發生時樣本後送備援實驗室分析之流程，讓學生了解食品及環境樣本的前處理及樣本放射性檢測的原理及操作流程，如圖3所示。通識課程「輻射與安全」亦安排修課學生前往台灣電力公司南部展示館校外參訪，由南展館的解說員介紹台灣目前現有的能源種類及核能電廠的運作原理，讓修課學生能進一步了解核能發電及輻射防護相關知識。如圖4所示。



圖2 通識課程上課照片

圖3 參觀放射性分析備援實驗室

圖4 通識課程台灣電力公司南部展示館校外參訪

建立氬及銾-90核種前處理方式 作業程序書及培訓技術人員

輻射偵測中心於111年1月移轉氬及銾-90相關程序書共4份，本實驗室接續修訂為實驗室特有之作業程序書並歸類為品質文件，以符合品質管理與品質保證之要求。

本實驗室於111年5月25日參加輻射偵測中心舉辦的氬及銾-90核種前處理及計測程序培訓訓練。並於9月27至9月30完成實作課程。訓練內容含淡水樣本之氬前處理和分析，及淡水樣本之銾-90前處理及分析。氬前處理實務訓練如圖5所示；銾-90前處理實務訓練如圖6所示。



圖5 氬前處理實務訓練

圖6 銾-90前處理實務訓練

結合恆春鎮農會提供在地農特產品 放射性含量檢測分析及說明

本實驗室至恆春鎮網紗里採集洋蔥農田土壤及洋蔥作物共計10塊農田(20個樣本)；亦前往恆春鎮龍水社區採集韭菜農田土壤及韭菜作物(4個樣本)、地瓜葉農田土壤及地瓜葉作物(6個樣本)和白蘿蔔農田土壤(2個樣本)等，總計32個樣本，如圖7所示。檢測項目為衛服部食藥署公告目標核種：¹³¹I、¹³⁴Cs和¹³⁷Cs；檢測結果皆“未檢出”。而本實驗室同時將檢測報告提供給農民並向其說明檢測結果，如圖8所示。



圖7 農田土壤及作物採樣

圖8 檢測報告向農民說明

國際環境試樣放射性分析能力比較實驗

本實驗室一方面為了TAF與TFDA實驗室認證規定須參加國內外能力試驗比對外，另一方面可驗證確認本實驗室的分析能力與儀器的準確度。本實驗室於111年報名IAEA國際原子能總署試樣能力試驗，分析結果於準確度及精密度皆判定為“接受”獲得肯定，如圖9所示。

Sample Code	Analyte	Robust Mean	Robust SD	Rep. Value	Rep. Unc.	Z-Score	Z-Score Evaluation
1	gross_beta	124.75	29.46	104.67	2.43	0.68	A
2	gross_beta	28.94	6.35	25.26	0.75	0.58	A
3	gross_beta	27.63	6.78	24.05	0.72	0.53	A
5	Cs-137	0.332	0.048	0.36	0.01	0.58	A

圖9 111年度環境試樣放射性分析能力試驗結果

學術發表

本實驗室除了持續建立放射性相關檢測技術外，亦積極爭取研究計畫，並將計畫執行成果整理成期刊或論文並發表。112年共發表國際期刊共4篇。

Activity concentrations and bioconcentration factors (BCF) of natural radionuclides (⁴⁰K, ²²⁶Ra, and ²³²Th) from cultivated substrates to mushrooms. 2022 (期刊: *Environment Science and Pollution Research*, SCI, IF: 5.190)

Soil to tobacco component transfer factors for natural radionuclides ⁴⁰K, ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra and ²³²Th in the risk assessment of tobacco leaf in smoking. 2022 (期刊: *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, SCI, IF: 2.582)

Assessment of doses from ingestion of radionuclides ⁴⁰K, ¹³⁷Cs, ²²⁶Ra and ²³²Th in edible commercial mushrooms from Taiwan. 2022 (期刊: *Radiation Protection Dosimetry*, SCI, IF: 0.954)

Assessment of doses from ingestion of naturally occurring radionuclides K-40 and Ra-226 in rice consumed in Taiwan. 2022 (期刊: *Radiation Protection Dosimetry*, SCI, IF: 0.954)