

神秘的萬年垃圾-核廢料



核廢料是什麼

核四的興建與否一直是一個很熱門的議題，核電廠可以提供廉價、高品質又穩定的供電，但其所製造的副產品-核廢料卻是個無解的萬年垃圾，除了拿來提煉髒彈(dirty bomb)之外似乎完全沒有任何用途，也因為這樣台灣有許多人相當反對使用核能發電，但核廢料究竟是甚麼東西？它會自己產生核爆嗎？它為什麼會汙染環境？經過核電廠會不會生病？以上種種問題都是反核人士最擔心的，但事實上絕大部分的人對上述的問題卻一無所知，只知道“核廢料很危險”，本篇科學新知就來介紹什麼是核廢料(圖 1)，它究竟為什麼讓全世界聞風喪膽。



圖 1. 封裝儲存的核廢料

什麼是放射線

只要會釋放有害放射線的廢棄物我們稱為核廢料，放射線又稱輻射，輻射是一種具有能量的波或粒子，一般來說，我們將具有這種特性的電磁波(如無線電波、微波、可見光、X射線、 γ 射線等)、超音波，以及從放射性物質發射出來的微小粒子(如 α 粒子、 β 粒子、中子等)都稱之為輻射，換句話說我們生活在世界上任何一個角落都逃不開輻射，即使躲到沒有光的山洞裡也逃不開熱輻射的壘罩。

輻射最常用的單位為西弗(Sv)，其物理意義為每公斤所承受的輻射能量，一次接受1~2西弗以上的輻射劑量會有頭暈嘔吐的狀況，若一次暴露6西弗以上的輻射有立即死亡的風險；一般來說台灣人所承受的天然輻射量約每年1.6毫西弗，而輻射工作人員如放射師、核電廠員工等等則是每年20毫西弗，我們去照一次胸腔的斷層掃描所接受的輻射大約就有7毫西弗，這個數字遠超過核電廠員工所承受的輻射劑量，根據國際輻射防護委員會ICRP 103號報告指出，100毫西弗以下的劑量（包括一次或多次）不會造成臨床上的功能損害，因為我們身體裡的細胞都有自我修復的能力，100毫西弗以下的劑量不至於造成顯著的影響，而大家最關心的蘭嶼核廢料所測到的劑量(圖1)，根據主婦聯盟環境保護基金會在2012年所測到的數值為0.88(微西弗/小時)，換算之後大約7.7(毫西弗/年)，這個數字居然還低於部分地區的天然背景輻射值，例如印度克拉拉邦的天然背景輻射值高達5~15(毫西弗/年)，總而言之，目前台灣所儲存的核廢料如果按照國際上常用的安全標準數值對於人民健康應該是不會有顯著的影響。

只要沒有核電廠就是非核家園??

許多人都以為只有核電廠才會製造核廢料，但事實上即使把核一核二核三都廢了，核四也不要再繼續建造了，台灣依然還是會持續產須許多核廢料，核廢料可分為低階核廢料和高階核廢料。

低階核廢料來源相當廣，除了核電廠丟棄的手套、樹脂、衣物、設備零組件之外，還有一大部分來自於醫療機構、學術機構或是民間工廠，連故宮博物院也是製造核廢料的兇手之一，醫療機構中有 X 光攝影儀、斷層掃描器(圖 2a)、加馬刀(圖 2b)等都會產生輻射的汙染，另外癌症病人每做一次放射性治療，病人就得承受 2 西弗的輻射劑量，完成一個療程所接受的輻射劑量往往超過一個核電廠員工一整年的劑量，其穿過的衣物、使用過的器具甚至是排泄物通通都算是核廢料；學術機構也免不了使用中子槍、X 光分析儀、電子能譜儀等貴重儀器，這些儀器不免產生一些輻射汙染；故宮博物院也會使用 Co-60 輻射照射繪畫所用絹布使其老化，可達到絹布老化程度約 800 年的效果，這個動作也不免會產生一些核廢料。以上都是低階都是低階核廢料的部分來源，而蘭嶼所儲存的核廢料便是此類，放射性廢棄物之輻射強度會隨著時間的增加而遞減，以鈷-60 核種為例，它的半衰期約為 5.3 年(也就是經過 5.3 年，其活度減為原來的一半)，經過 50 年後約已衰減至原來之千分之一，若再經 50 年，則其放射性活度將降為原來的百萬分之一，可以說其放射性已衰變殆盡。低放射性廢棄物內所含放射性核種以鈷-60 為大宗及少量的銻-137，故經 300 年後，絕大部份的放射性將自然消失得無影無蹤。



(a)



(b)

圖 2. (a)斷層掃描儀 (b)加馬刀

核廢料中真正讓人頭疼的是高階核廢料，主要來源便是反應爐中的燃料棒(圖 3)，其輻射劑量遠比低階核廢料強，更麻煩的是某些成分如鈾 239，其半衰期長達 24000 年，換句話說要等 20 萬年才安全，台灣曾經設法賣給北韓讓其提煉核武器，但被我國環保人士攔下，目前只好繼續堆置於核電廠中的儲存槽中，靜待我們去尋找更好的儲存辦法。



圖 3. 核電廠燃料棒

參考資料來源：行政院原子能委員會 <http://www.aec.gov.tw/>

主婦聯盟環境保護基金會 <http://www.huf.org.tw/>