

日本輻射外洩，會影響我們嗎？

日本福島第一核電廠發生了史上第二嚴重的核子災變，距離福島 2500 公里的台灣是否可能受到輻射外洩的波及？

撰文 / 李名揚

### 重點提要

- 輻射是一種能量，造成污染的是會發出輻射的放射性核種。
- 人體短期內吸收高劑量輻射會出現急性症狀，長期累積則有罹患癌症及產生遺傳效應的風險。
- 從日本飄到台灣的輻射塵濃度非常低，輻射劑量遠低於台灣的天然背景輻射。
- 日本已驗出輻射劑量超標的蔬菜和魚，從日本進口的農漁牧產品必須注意。

今年 3 月 11 日日本大地震所引發的海嘯，造成福島第一核電廠發生嚴重事故，大量輻射物質釋放到外界，使得日本政府強制疏散距電廠 20 公里以內的居民。台灣與日本同處東亞，「輻射物質是否可能飄到台灣」這個問題，迅速取代了對地震、海嘯的恐懼，成為許多人關心的議題。

### 何謂輻射？

許多人聞「輻射」而色變，嚴格來說，這裡的「輻射」指的是「游離輻射」，是一種強度足以使原子游離為電子及正離子的能量；能量不足以使原子游離的，則為「非游離輻射」。在電磁波中，波長較短的 X 射線及  $\gamma$  射線為游離輻射，其餘皆為非游離輻射。另外，以超高速前進的高能粒子也是游離輻射。游離輻射會對人體造成傷害，主要是因為其能量有機會打斷遺傳物質 DNA 分子中的鍵結，而使細胞受到損傷。

日本核災造成污染的不是輻射本身，而是「會發出輻射的物質」，也就是放射性核種。放射性核種是不穩定的原子，會放出游離輻射並衰變成另一種原子。隨著越來越多原子衰變了，剩下的放射性核種數量減少，輻射強度也就越來越弱。放射性核種發出的強度減少到只有剛開始的一半所需要的時間，稱為「半衰期」，每種放射性核種皆有其固定的半衰期，半衰期越短，輻射強度衰減越快，可能造成危害的時間就越短。

放射性核種發出的輻射主要為  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  三種射線，皆可能對人體造成傷害（見下圖）。輻射的單位（活度）為「貝克」，一貝克就是每秒有一個原子發生衰變。不同核種放出的輻射種類及能量不同，即使活度相同，對物質造成的破壞程度也可能不一樣。因此要計算輻射會對物質造成多大破壞，得看該物質會吸收多少輻射能量，這種吸收劑量的單位為戈雷，一戈雷就是一公斤物質會吸收一焦耳能

量。然而輻射有  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、X 射線、高能質子、高能中子等，人體組織吸收不同輻射所受到的傷害不一樣，不同部位對輻射的敏感度也不相同，因此人體承受的輻射劑量以「有效劑量」來表示，單位為西弗。若是  $\beta$ 、 $\gamma$ 、X 射線照射到全身，人體各組織的吸收劑量平均之後，一西弗大約為一戈雷（其他種類輻射造成的有效劑量需經過換算）。

### 輻射的傷害力

核電廠的發電原理是以中子撞擊鈾 235 或鈾 239 等放射性元素，造成核分裂並放出熱能，將水加熱為蒸汽以推動汽機發電。核分裂的過程非常複雜且多元，福島第一核電廠的一、二號機是以中子撞擊鈾 235，會產生許許多半衰期僅幾分鐘甚至不到一秒鐘的「短命核種」，以及一些非常少量、幾乎測量不到的核種；但是也會產生如碘 131、銫 134、銫 137 及銪 90 等半衰期較長且產量較大的核種，它們也是這次福島核災主要的外洩物。福島附近也偵測到少量鈾 239，可能是福島第一核電廠三號機的燃料，但也可能是其他機組燃料中的鈾 238 吸收一個中子所形成。

這些外洩的放射性核種會以三種形式存在於環境中：飄浮在空氣中的輻射塵、黏附在地表或牆壁的輻射塵，以及落在土壤或水中、被植物吸收、動物攝食而進入食物鏈的輻射塵。然而它們的傷害力究竟有多強呢？

我們首先應該知道，照射到地球的宇宙射線就是輻射，自然界中有許多物質也會發出輻射：植物中有天然存在的鉀 40，很多岩石、土壤及建材會釋放出氡 222，菸草中含有鈾 210，輻射可說是無所不在。以台灣而言，各地的天然背景輻射劑量通常為每小時 0.04~0.1 微西弗，原子能委員會訂定各地的輻射劑量只要在每小時 0.2 微西弗以下，都屬正常範圍，我們一年大約會自然接受到 1.6 毫西弗的天然背景輻射。世界上有些地區的天然背景輻射值很高，例如中國廣東陽江市為一年 6~6.5 毫西弗，印度喀拉拉邦高達 5~15 毫西弗，這些地區居民的罹癌率並沒有比較高。

以人為活動而言，若照一張胸部 X 光片，大約等於接受了 0.02 毫西弗的輻射劑量；搭乘飛機因處高空，會接受較強的宇宙射線，從台北到美國西岸一趟大約是 0.09 毫西弗；而若一天抽一包半香菸，一年相當於接受了 13 毫西弗。根據國際原子能總署訂定的「游離輻射基本安全標準」，一般民眾一年接受的輻射劑量（不含天然背景輻射）不應超過 1 毫西弗，核能相關工作人員一年不能超過 50 毫西弗、五年累積不能超過 100 毫西弗。

至於輻射對人體健康的影響，長庚大學醫學影像暨放射科學系教授董傳中指出，根據醫學統計，人體在短時間內接受輻射劑量若在 500 毫西弗以下，並沒有顯著

的臨床效應，到了 1000 毫西弗以上就會出現急性症狀，超過 6000 毫西弗的話，大多數人短期內便會死亡（見右方〈短期內接受輻射劑量的症狀〉）。

以上是短時間內接受高劑量輻射的結果，若是低劑量但長期照射，當累積到 1000 毫西弗，會有大約 5% 的機率發生嚴重癌症，0.2% 的機率產生嚴重遺傳效應（生出突變的下一代）。如果以這個數值進行線性推估，則當人體接受的輻射劑量累積到 20 毫西弗時，大約有 0.1% 的機率因而發生癌症，0.004% 的機率產生遺傳效應。

不過董傳中強調，這些數據是追當年日本受到原子彈轟炸時，接受高劑量輻射的倖存者所得到的結果，再線性推估低劑量輻射的可能效應，只能稱為保守性的「風險評估」。有些科學家並不贊成這種線性推估，認為高估了低劑量輻射所造成的傷害。

#### 從日本到台灣

這次日本核災，福島第一核電廠廠區內的輻射劑量最高曾飆升到每小時 400 毫西弗，是當地背景值（約為每小時 0.05 微西弗）的 800 萬倍。不過日本政府在此之前就已經強制疏散距廠區 20 公里以內的居民，並設置許多監測點來監測疏散區以外的區域。受到地面風向及降雨影響，各監測點測量到的數值差異甚大，日本政府根據監測結果估計，在疏散區西北方約 500 平方公里的範圍，在一年內的累積劑量將可能超過 20 毫西弗，目前考慮這些區域也要強制疏散。

至於台灣，在中國、香港陸續於 3 月 29 日偵測到放射性核種碘 131 之後，原能會也在 3 月 31 日測到了，其中北部和南部地區空氣中的碘 131 濃度分別是每立方公尺 0.0002 貝克及 0.00006 貝克，4 月 1 日又在南部測到每立方公尺 0.0009 貝克。以其中最高的 0.0009 貝克來換算，南部地區的民眾一年約增加 0.045 微西弗的有效劑量，相當於照了 0.0023 張胸部 X 光片。

來到台灣的輻射塵，也可能沉降到農作物表面而被我們吃下。事實上，原能會也確實在北部地區的植物葉片表面偵測到沉降的碘 131，濃度為每公斤 1.3~4.88 貝克，遠低於我國的限量標準每公斤 300 貝克（見上方〈台灣及日本的食物與飲用水輻射限量標準〉），也遠低於同一批植物葉片上天然存在的鉀 40 的量測值（每公斤 140 貝克），而且這些植物表面的輻射塵只要以水洗即可清除。原能會評估，若正常食用受到這種程度污染的葉菜類一年，將吸收 4 微西弗有效劑量，相當於照 0.2 張胸部 X 光片。

【欲閱讀完整的豐富內容，請參閱科學人 2011 年第 111 期 5 月號】