

# 食品之輻射安全與檢測

許芳裕博士/副教授

國立清華大學原子科學技術發展中心/  
生醫工程與環境科學系

104年3月31日

# 大 約

- 一、天然與人工放射性核種
- 二、食品之輻射(放射性核種)檢測  
分析方法
- 三、國內放射性核種檢測分析實驗  
室概況

# 天然與人工放射性核種

- 環境中原本就存在著許多天然放射性核種如鈾系( $^{238}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ )、鈈系( $^{232}\text{Th}$ 、 $^{228}\text{Th}$ )及鉀( $^{40}\text{K}$ )等，其普遍存在於土壤、岩石、水、空氣等環境中，甚至於在人體內亦有天然放射性核種。
- 核設施(核電廠)運轉、核爆落塵乃至於工業應用等亦有可能產生人造核種。



# 環境中之天然放射性核種

放射核種	半衰期( $t_{1/2}$ )	發射之輻射	生成來源	環境中之分布
鈾系( $^{238}\text{U}$ )	$4.5 \times 10^9$ 年	阿伐、貝他、加馬輻射	地球地殼	土壤、岩石、動植物、空浮微粒、水.....
鈈系( $^{232}\text{Th}$ )	$1.41 \times 10^{10}$ 年	阿伐、貝他、加馬輻射	地球地殼	土壤、岩石、動植物、空浮微粒、水.....
鉀-40( $^{40}\text{K}$ )	$1.28 \times 10^9$ 年	貝他、加馬輻射	地球地殼	土壤、岩石、動植物、空浮微粒、水.....
鍛-7( $^7\text{Be}$ )	53天	貝他、加馬輻射	宇宙射線與大氣作用	空浮微粒、雨水
氚( $^3\text{H}$ )	12.3年	貝他輻射	宇宙射線與大氣作用	水
碳-14( $^{14}\text{C}$ )	5730年	貝他輻射	宇宙射線與大氣作用	動植物

# 天然放射性核種在人體及食物中之分布

- 人體內含有之天然放射性核種：

$^{40}\text{K}$  約 63 Bq/kg,  $^{14}\text{C}$  約 66 Bq/kg,  $^{3}\text{H}$  約 133 Bq/kg。  
(1Bq即平均每秒鐘發生1次衰變。)

- 在不同食物中 $^{40}\text{K}$ 之核種濃度約在 45 至 650 Bq/kg範圍； $^{226}\text{Ra}$ 之核種濃度約在 0.01 至 1.16 Bq/kg範圍； $^{228}\text{Th}$ 之核種濃度約在 0.02 至 1.26 Bq/kg範圍。

- IAEA 舉出幾種食物中 $^{40}\text{K}$ 之核種濃度如下表：

食物	含鉀 $^{40}\text{K}$ 濃度(Bq/kg)
鮮奶	50
奶粉	420
馬鈴薯	165
牛肉	125
...	...

Ref: IAEA-TECDOC-1287, IAEA 2002.

# 常見之人工放射性核種

放射核種	半衰期 ( $t_{1/2}$ )	發射之輻射	可能來源
銫-137( $^{137}\text{Cs}$ )	30.2年	貝他、加馬 輻射	核爆落塵、核設施、 工業應用等
銫-134( $^{134}\text{Cs}$ )	2.1年	貝他、加馬 輻射	核爆落塵、核設施、 工業應用等
鋯-90( $^{90}\text{Sr}$ )	28.8年	貝他輻射	核爆落塵、核設施、 工業應用等
鈷-60( $^{60}\text{Co}$ )	5.3年	貝他、加馬 輻射	核設施、工業醫學應 用等
碘-131( $^{131}\text{I}$ )	8天	貝他、加馬 輻射	核設施、醫學應用等
鈍-239( $^{239}\text{Pu}$ )	24,100年	貝他輻射	核爆落塵、核設施、 工業應用等

# 日本核災外釋至環境之主要放射性核種

- 依據歐盟2012年3月所公布之法規([Commission Implementing Regulation \(EU\) No 284/2012](#))中指出：依日本電廠事故狀況，鈾、鈽等純貝他或阿伐衰變之核種釋出到環境的量非常有限，故對於日本食品不需對鈾、鈽及鈈等核種特別管制或實施檢測，僅規定檢測加馬( $\gamma$ )核種即可。
- 加馬( $\gamma$ )核種之放射性碘與放射性銫，其特性如下：

碘-131	<ol style="list-style-type: none"><li>造成之劑量只有在核子意外事故的最初幾天較高。</li><li>物理半衰期為8天，在大氣及環境中會很快分解。</li><li>通常碘131落塵只會附著在水果及葉菜的表面，民眾通常只需在食用前先用水清洗或將水果削皮即，但要注意避免飲用遭碘131污染的新鮮牛奶。</li></ol>
銫-137	<ol style="list-style-type: none"><li>半衰期為30年。</li><li>核災發生並有外釋情形時，在大氣中的落塵可能含有極少量的銫 137，因此土壤及水中的銫137會使人體受到曝露。</li><li>喝遭受污染的水，會讓銫137進入人體，讓組織受到加馬與貝他的輻射。</li></ol>

(資料來源：美國國家癌症研究所、美國環境保護署、行政院原子能委員會網站)

# 如何將攝入核種活度換算成輻射劑量？

- 為了將攝入放射性核種活度單位貝克(Bq)換算成人體有效劑量單位西弗(Sv)，放射性物質經由口攝取(成人)時的體內劑量，可以利用有效劑量係數來計算(鉻-137有效輻射劑量係數為0.013微西弗/貝克；碘-131為0.022微西弗/貝克)。(依據游離輻射防護安全標準附表三之四)
- 食品中之天然放射性核種平均約造成0.24 至 0.6 mSv/年之體內曝露有效劑量。(IAEA-TECDOC-1287, IAEA 2002)
- 非背景輻射曝露，不得超過1 mSv/年。

# 我國食品中輻射限量值

- 衛福部食品中原子塵或放射能污染之安全容許量如下：

放射性核種 食品種類	乳品及嬰兒食品	其他食品
碘一三一 (I-131)	55 貝克/公斤 (55 Bq/kg)	300 貝克/公斤 (300 Bq/kg)
銫一三四與銫一三七之 總和(Cs-134 + Cs-137)	370 貝克/公斤 (370 Bq/kg)	370 貝克/公斤 (370 Bq/kg)

※102年08月20日部授食字第1021350146號令修正施行

# 食品之輻射安全原則

- 環境中本來就存在輻射背景值，食品或水中檢測出輻射無須恐慌，只要輻射在標準值以下，而且不是長期食用，並不會對身體健康造成威脅。
- 適當的食物製備程序，例如清洗、擦抹、去皮或摘除外葉，可減少食物表面上可能殘留的放射性污染。此外，亦可把受輻射污染的食物存放較長時間，以使其中半衰期較短的放射性核素自然衰變。



# 食品緊急計測之放射性含量檢測方法

- **適用範圍**：本檢測方法適用於境外或境內發生核子事故與輻射異常事件時，緊急計測食品中之放射性含量。
- **檢測方法**：兩階段檢測分析方法，第一階段為直接計測，將樣品直接放進檢測設備後，進行定性分析，以確認有無人工放射性核種(如：銫-134、銫-137等)。若有，則執行第二階段定量分析，將原樣品進行切割、搗碎等前處理後，再裝罐放入檢測設備，以精確測定核種含量。



# 食品緊急計測之放射性含量檢測方法（續）

## □ 放射性含量測定：

- ◆ **第一階段**--將樣品置入純鍩偵檢器中，計測1,000秒，固體樣品量：100公克以上(視樣品種類與前處理去除不可食用之必要性而定，通常要求可食部位須達100~600公克)；液體樣品量(如：酒品)900~1,000 毫升。
- ◆ **第二階段**--如量測到有人工核種銫-134、銫-137或碘-131，需再進行活度量測，量測時間依純鍩偵檢器相對效率而訂(約6,000秒~30,000秒)，樣品量測最小可測量(Minimum Detectable Amount, MDA)需小於1貝克/公斤或1貝克/升。



# 國內經全國認證基金會(TAF)認證之核種分析實驗室及其因應日本福島事件分工表

單 位	核種分析儀器 (純鍩偵檢器) 數 量*	分 工 項 目
輻射偵測中心	12	<ol style="list-style-type: none"> <li>日本進口食品(FDA抽樣/委託)。</li> <li>台灣附近海域漁產、國產蔬果及乳品(農委會採樣/委託)。</li> <li>加強環境取樣分析(水、空氣、土壤及植物)。</li> <li>台灣附近海域海水偵測。</li> <li>例行環境監測。</li> </ol>
核研所	12	<ol style="list-style-type: none"> <li>日本進口食品(FDA抽樣/委託)。</li> <li>台灣附近海域漁產、國產蔬果及乳品(農委會採樣/委託)。</li> <li>台灣附近海域海水偵測。</li> <li>例行環境監測。</li> </ol>
清華大學	4	<ol style="list-style-type: none"> <li>政府機構及民間業者委託商品及食品檢測。</li> <li>例行環境監測。</li> </ol>
台電放射試驗室	8	<ol style="list-style-type: none"> <li>核電廠環境取樣分析(水、空氣、土壤及植物)。</li> <li>台灣附近海域海水偵測。</li> <li>例行核電廠環境監測。</li> </ol>
台電放射試驗室 龍門工作隊	4	<ol style="list-style-type: none"> <li>核電廠環境取樣分析(水、空氣、土壤及植物)。</li> <li>例行核電廠環境監測。</li> </ol>
台電放射試驗室 核三工作隊	3	<ol style="list-style-type: none"> <li>核電廠環境取樣分析(水、空氣、土壤及植物)。</li> <li>例行核電廠環境監測。</li> </ol>

## 結語

- 2011年日本福島核災的發生，造成國際間對日本食品進口的輻射安全疑慮。目前核災已被控制，而日本食品之進口仍由衛福部持續管控，並持續抽測樣品送原子能委員會核能研究所等經全國認證基金會（TAF）認證之放射性核種分析實驗室進行檢測，以確保其符合安全規定及保障國內民眾食的安全。