

# 受輻射影響食品之人體 健康風險評估

(本報告為 105 年「受輻射影響食品之人體健康風險評估」計畫之一部分，執行單位為社團法人新北市亞洲教育科學文化協會。)

中華民國 105 年 12 月 31 日

## 目 錄

摘要.....	2
背景.....	6
研究方法.....	9
研究結果.....	22
結論與建議.....	32
參考文獻.....	39

## 摘要

2011年3月日本福島核災後，中國、韓國和台灣等國全面禁止日本食品進口。經過5年多規劃調整進口管制措施，在顧及公共衛生和國際貿易的平衡上，規劃檢討調整進口管制措施。本計畫為假設未來針對目前受到限制進口的日本茨城、櫛木、千葉、群馬4縣食品開放進口，其可能對台灣民眾造成的健康風險，進行評估。

依據第1次專家審查會議建議針對福島縣外4縣食品進行分析，因此福島縣食品未納入風險評估範疇，僅提供部分監測資料。食品項目係依據過去數年來日本各地所生產的食品，其中於2011年之後於日本市場銷售，以及輸往美國、歐盟、香港與台灣的食品，經食品生產與銷售商業行為過程，由各國官方於海關或市場，並經實驗室檢測之食品。針對輻射檢測值，依據各食品報告中所載主要的人工放射核種濃度(Cs-134與Cs-137，單位為貝克/公斤)。暴露與健康風險評估為參照「(前)行政院衛生署食品藥物管理局」所頒布之「食品安全風險分析工作原則」，與聯合國之國際食品法典(Codex Alimentarius；簡稱Codex)，針對國際貿易中涉及進口受輻射污染食品可能造成進口國或地區的民眾一年因攝食而引起體內新增輻射暴露風險，並依據國際輻射防護委員會(International Commission on Radiological

Protection，簡稱 ICRP)線性無閾值(Linear Non-threshold)原則與健康風險參數，進行健康風險評估。

本評估分析採用的數據共涵蓋 2015 年 1 月起至 2016 年 10 月止，日本農林水產省所公布於市場流通之六大類食品（水果類、蔬菜類、五穀根莖類、糖果與餅乾類、飲料類、調味製品類），並經該日本農林水產省檢測主要人工放射核種濃度、美國食品藥物管理局(FDA)所公告日本進口美國食品中所含人工放射核種濃度、2014 年歐盟針對日本進口食品所測量人工放射核種濃度、香港食品安全中心所提供自 2011 年起日本食品進口所測量人工放射核種濃度、以及台灣食品藥物管理署(TFDA)委請核能研究所所執行的各批次日本食品進口所測量人工放射核種濃度。各品項食品的放射核種濃度，考量以“最高風險”估計，故以所有食品檢測結果、於法定範圍之內、較最低檢測極限為高的數據中，具最高放射核種濃度食品類的放射核種濃度作為該品項或食品類的放射核種濃度[U(A)]；再依據國內所執行的台灣國家食品攝食量調查中，特定類食品的平均與最高攝食量[M(A)]，依據 ICRP 所建議的食品放射劑量轉換體內輻射暴露劑量係數(簡稱劑量轉換係數  $e_{ing}$ )，再依據日本上述 4 縣食品年生產量占日本總食品生產量比率(估計於 12.6% 至 100% 之間)，以及日本過去歷年一年進口占台灣國內特定食品品項的消費量(污染率 IPF)，推估台灣民眾 0-3 歲、

3-6 歲、6-12 歲、12-16 歲、16-18 歲、19-65 歲、大於 65 歲、及 19-49 歲育齡婦女等 8 個年齡層及特殊族群，每年新增輻射暴露於 0.000097~0.0052 毫西弗、0.000073~0.0041 毫西弗、0.000088~0.0065 毫西弗、0.00013~0.0083 毫西弗、0.00015~0.010 毫西弗、0.00017~0.023 毫西弗、0.00016~0.014 毫西弗、以及 0.00015~0.0087 毫西弗的範圍，於目前我國輻射防護法中針對民眾一年所受背景值以上游離輻射的暴露限值(一年 1 毫西弗，與國際上最新的 ICRP-103[2007 年]所建議之安全限值相同)之內。

若以 ICRP60 估算每一西弗(1000 毫西弗)成人暴露增加 4.1%癌症以及 0.1%遺傳效應機率(兩者合計增加 4.2%健康傷害 health detriment)，則台灣成人(依 2015 年統計 19~65 歲約 1700 萬人)一年總共約增加 0.12 位(以平均攝食量及 4 縣生產量占日本食品產量 12.6% 估計)至 16 位(以最大攝食量及 4 縣生產量占日本食品產量 100% 估計)健康傷害；而 0-18 歲年齡族群(310 萬人)增加 0.014 - 0.89 位；大於 65 歲族群(290 萬人)增加 0.019 - 1.71 位。其中，健康風險受到國人攝食前述 4 縣食品之總量及自日本進口食品比率影響最鉅。

本評估係依據目前國際上實際測值報告與國人攝食習慣進行分析，受到現有檢測資料來源標準化及完整與否之限制，並受到國人攝

食習慣之差異影響；此外目前國際上與國內仍無充足銻-90 檢測資料。建議未來可持續收集更多更完整的資料進一步分析，也針對特定較小族群對放射核種之體內吸收及對輻射健康效應之影響進行分析，以提供更周全之評估。

關鍵字：國際輻射防護委員會(ICRP)、國際食品法典 CODEX、暴露評估、健康風險評估。

## 背景

2011年3月日本福島核災後，中國、韓國和台灣先全面禁止日本食品進口。經過這幾年的進口食品管制，台灣於近年針對日本進口食品的管制進行多次討論。目前之規定為福島等5縣仍暫停受理輸入查驗，5縣以外之所有日本輸入食品，需檢附產地證明，特定地區之特定食品檢附輻射檢測報告。邊境針對9大類食品逐批檢驗輻射值。

分析我國管制措施影響國人長期健康風險考慮因素，包括日本4縣與鄰近17縣(青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、山梨、長野、靜岡)9大類食品於2011年之前與之後可能銷售到台灣的總量，以及現行與未來隨機採樣各類放射核種的放射強度、台灣民眾及敏感族群(含小孩、孕婦)消費前述17縣與4縣9大類食品機率(市場效應)、及於政策修改後新增各類放射核種暴露及健康風險。

本計畫蒐集各國於2011年之後進口日本4縣食品抽檢所含放射核種資料，已儘可能參照與遵循「(前)行政院衛生署食品藥物管理局」頒佈之「食品安全風險分析工作原則」工作進行。考慮台灣與各國針對17或4縣實際進口的差異，了解日本國內過去5年於17縣與4縣食品供給的變化，據以評估2011年之前、2011年迄今、未來我國針對4縣食品管制解除而部分或全面開放後，4縣9大類食品輸入

台灣數量可能產生的變化，可能產生國人因食用日本進口食品產生的額外輻射暴露，及可能引起的額外健康風險。此外考慮因素尚有：現有日本 4 縣所產生、儲存、或未來可能產出的食品中，其可能進口所含各類輻射強度；按照國人食用各類食品(含日本進口 9 大類食品量，要和其他同一類食品但非來自日本進口 9 大類食品的攝食機會比較)，及不同人口族群食用的機率，包括特殊易感受族群(小孩、孕婦)。

### 現階段我國對日本食品的管制

自 2011 年 3 月福島核災後，福島、千葉、茨城、櫛木、群馬 5 縣食品採取暫停輸入查驗申請，所有 5 縣食品均無進口。日本其他地區(其他 39 個縣和一都一道一府；所稱 42 個縣和地區)9 大類食品，則需經逐批查驗檢測輻射，檢驗合格才可以進口。

所稱 9 大類食品包含：生鮮冷藏蔬果、冷凍蔬果、活生鮮冷藏水產品、冷凍水產品、乳製品、嬰幼兒食品、礦泉水或飲水、海草類、茶類製品。

2015 年 2 月查獲進口食品偽標與產地申報不實，衛生福利部食品藥物管理署在 2015 年 5 月 15 日起針對 42 個縣以及地區之食品，要求輸入應檢附產地證明等及特定地區之特定食品檢附輻射檢測報告。



## 日本輸台食品規定

以伽馬(gamma)能譜分析食物所含碘-131、銫-134、銫-137 人工核種放射活度(濃度)。2012 年 4 月 1 日起，我國對日本輸台產品輻射標準與日本國內相同，即銫-134 與銫-137 總和限量：飲料及飲水 10 Bq/Kg；嬰兒食品及乳品 50 Bq/Kg；其他食品 100 Bq/Kg。其他如日本茶湯、飲料及飲水標準以 10 貝克/公斤，而我國直接進行檢測茶葉以 10 貝克/公斤為標準(茶湯輻射檢測約為原茶葉 1/50，茶葉 500 貝克/公斤(日本標準)，符合我國標準)。

## 我國已查驗食品含放射核種濃度與件數

2011-2016 年日本輸臺食品檢測結果(件數)，自 2012 年後檢出含微量輻射件數逐年下降。今(2016)年累積件數為 2 件，包括：九月有『茶類』綠茶：銫-134+銫-137 (3.5 Bq/Kg)和十月有『活生鮮冷藏魚產品』公魚：銫-134+銫-137(10.5 Bq/Kg；衛生福利部食品藥物管理署公布：日本輸入食品每日輻射檢測結果；2016.11.14 更新)

## 研究方法

本分析採用國際食品法典委員會(CODEX)人口放射線風險計算模式估算暴露風險評估。國際食品法典委員會(CODEX)、聯合國糧農組織(FAO)和世界衛生組織(WHO)於 1963 年設立，負責制定和協調國際食品標準、準則及行為守則，保護消費者健康並實踐食品公平貿易，促進各國政府間組織及非政府組織相關食品標準工作之間的協調，使消費者可確信所購買食物產品的安全和品質，進口商亦可確信所訂購食品符合規格要求。CODEX 討論生物技術、農藥、食品添加劑和污染物等議題，依據當前最佳科學知識制定標準，由國際獨立風險評估機構或 FAO 和 WHO 舉辦專題諮商提供支持（國際食品法典委員會網站為：<http://www.codexalimentarius.org/>）。法典標準由成員國自願採用，為建議性質，惟於多數情形為各國立法依據。此外 WTO/SPS 協定亦引用 CODEX 食品安全標準，而採用較法典和 SPS 措施標準更為嚴格之 WTO 會員可能被要求以科學為依據提出理由。

此分析係以 Codex Stan 193-1995 為主要分析模式，國際上如 UN、FAO、WHO、WTO 等多數以此為討論基準。

Codex Stan 193-1995 述明為針對食品中放射核種的安全標準，因此整體上已將多數的放射核種進入人體的吸收與輻射暴露量的轉換予以考慮。

Source: Codex STAN 193-1995

CODEX STAN 193-1995  
Schedule 1 – Radionuclides

Page 38 of 44

Chemical Safety (IPCS); 1980). Inorganic tin is found in food in the +2 and +4 oxidation states; it may occur in a cationic form (stannous and stannic compounds) or as inorganic anions (stannites or stannates).

RADIONUCLIDES

Commodity Code	Product Name	Representative radionuclides	Dose per unit intake factor in Sv/Bq	Level in Bq/kg	Type	Reference	Notes/Remarks for Codex Alimentarius
	Infant foods*	<sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu, <sup>241</sup> Am		1	GL		
	Infant foods *	<sup>90</sup> Sr, <sup>106</sup> Ru, <sup>129</sup> I, <sup>131</sup> I, <sup>235</sup> U		100	GL		
	Infant foods *	<sup>38</sup> S**, <sup>60</sup> Co, <sup>89</sup> Sr, <sup>103</sup> Ru, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>144</sup> Ce, <sup>192</sup> Ir		1000	GL		
	Infant foods *	<sup>3</sup> H***, <sup>14</sup> C, <sup>99</sup> Tc		1000	GL		
	Foods other than infant foods	<sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu, <sup>240</sup> Pu, <sup>241</sup> Am		10	GL		
	Foods other than infant foods	<sup>90</sup> Sr, <sup>106</sup> Ru, <sup>129</sup> I, <sup>131</sup> I, <sup>235</sup> U		100	GL		
	Foods other than infant foods	<sup>38</sup> S**, <sup>60</sup> Co, <sup>89</sup> Sr, <sup>103</sup> Ru, <sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>144</sup> Ce, <sup>192</sup> Ir		1000	GL		
	Foods other than infant foods	<sup>3</sup> H***, <sup>14</sup> C, <sup>99</sup> Tc		10000	GL		

\* When intended for use as such.  
\*\* This represents the value for organically bound sulphur.  
\*\*\* This represents the value for organically bound tritium.

**Scope:** The Guideline Levels apply to radionuclides contained in foods destined for human consumption and traded internationally, which have been contaminated following a nuclear or radiological emergency<sup>1</sup>. These guideline levels apply to food after reconstitution or as prepared for consumption, i.e., not to dried or concentrated foods, and are based on an intervention exemption level of 1 mSv in a year.

**Application:** As far as generic radiological protection of food consumers is concerned, when radionuclide levels in food do not exceed the corresponding Guideline Levels, the food should be considered as safe for human consumption. When the Guideline Levels are exceeded, national governments shall decide whether and under what circumstances the food should be distributed within their territory or jurisdiction. National governments may wish to adopt different values for internal use within their own territories where the assumptions concerning food distribution that have been made to derive the Guideline Levels may not apply, e.g., in the case of wide-spread radioactive contamination. For foods that are consumed in small quantities, such as spices, that represent a small percentage of total diet and hence a small addition to the total dose, the Guideline Levels may be increased by a factor of 10.

CODEX 風險評估也包括:在同一組內每種放射性核種的活性濃度應加在一起;依據四個分別的放射性核種分組,加上各個組放射濃度的合併,確保第一年攝取所造成暴露劑量不超過 1 毫西弗。

此評估先依據既有的資料,背景資料蒐集越完整,『不確定性』越低,評估結果越接近事實。而目前具不確定性之資料有:(1)日本 4 縣各項食品進口的質(Bq/Kg)與量(Tons),『質』係指輻射物質檢測濃度(Bq/Kg);『量』係指各類食品進口重量/消費量。(2)日本 4 縣食品目前於日本國內檢測含特殊人造放射核種“實際濃度”(法定限度之內濃度=>實際濃度)。(3)日本 4 縣食品目前出口到其他國家質量/趨勢。(4)特定放射核種體內吸收、分布、儲留、排放;其他未納入相對較少

的放射核種。(5)國內目前已流通國內外生產食品的放射核種的質(Bq/Kg)量(Tons)。(6)暴露風險評估(消費特質)將影響健康風險評估(族群特質)。

## 樣本說明

本評估專案所建立之資料庫，涵蓋日本 2015 年 1 月後日本、美國、歐盟、台灣、香港官方公告檢測資料 109 萬餘筆。

### 日本 543956 筆(2015.01- 2016.10)

日本厚生勞動省逐月公告之食品輻射濃度檢驗結果

<http://www.mhlw.go.jp/stf/kinkyu/0000123454.html>

2011 年災後，日本農林水產省針對食品安全緊急應變要求鄰近 17 縣(青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、山梨、長野、静岡)的食品(蔬菜、水果類、穀類、米、茶、牛奶、肉、海鮮類、野生產品)進行各項輻射濃度檢驗，並且逐月在厚生勞動省公告。本評估是從這些日本全國資料中篩選出 4 縣的樣本檢測資料(日本農林水產省 Response to Radionuclide Contamination in Foods after the Nuclear Power Plant Accident.([http://www.maff.go.jp/e/quake/pdf/140812\\_response\\_to\\_emergenc.pdf](http://www.maff.go.jp/e/quake/pdf/140812_response_to_emergenc.pdf)))。

## 台灣 96029 筆(2011.03 ~2016.11)

衛生福利部食品藥物管理署日本輸入食品輻射檢測結果

<http://www.fda.gov.tw/TC/siteList.aspx?sid=2356>

## 香港 375072 筆 (2011.03 ~ 至今)

香港食物安全中心公告-----日本輸入食品輻射檢測結果

[http://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_rafs/programme\\_rafs\\_fc\\_01\\_30\\_Nuclear\\_Event\\_and\\_Food\\_Safety.html](http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_30_Nuclear_Event_and_Food_Safety.html)

## 歐盟 81865 筆(2014)

歐盟自日本 4 縣進口食品之輻射檢驗食品輻射分析資料，在含有 4 縣的檢測結果統計中，超過 50 貝克/公斤，但小於 100 貝克/公斤的 菇類 檢出率為 1.82%；水產品類 為 0.86%。超過 100 貝克/公斤的 菇類 檢出率為 0.55%；水產品類 為 0.27%。無茶類資料。

歐盟自日本群馬縣、茨城縣、櫛木縣、千葉縣、宮城縣、埼玉縣和岩手縣進口輻射食品檢驗情況

群馬縣、茨城縣、櫛木縣、千葉縣、宮城縣、埼玉縣和岩手縣輻射食品檢驗情況			
產品類別	分析總件數	>50	>100 Bq 檢出件數
		≤100 Bq 檢出件數	
菇類	2525	46	14
水產品	9838	85	27

## 美國 (約)13000 筆

美國食品藥物管理局公告：

Total Diet Study: Radionuclide Results Summary Statistics Market  
Baskets 2006 through 2014.

<http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodScienceResearch/TotalDietStudy/UCM474705.pdf>

FDA Fukushima Radionuclides in Food Update, March 10, 2014.

<http://www.fda.gov/downloads/newsevents/publichealthfocus/ucm290179.pdf>

這些日本所產食品受到檢測是基於農民或消費者針對所擁有或生產的食品安全性與銷售許可主動或被動送請檢測，與實際日本各地食品生產之間大略相關，然而每個檢測樣本(幾公斤之內)所代表的該批食物總量並不相同，實際上亦可能無資料可進一步評估，因此資料樣本為非隨機抽樣的樣本，而所檢測樣本的輻射量值將無法顯示其代表性。未來可與日本官方或學術團體仔細檢視這些數據，以期針對樣本代表性做進一步的分析。未來我們將儘可能直接與資料提供者連繫進一步洽商索取。

## 銻-90 未納入評估

CODEx 的銻-90 限量標準為 100 貝克/公斤，於少數研究報告顯示約為銻-134+銻-137 的~12%，但因測量費時及技術上困難，在民眾

風險分析時不易立即獲得。一些福島核災研究指出所釋放的銫-90 濃度最高為銫的 10%。國際上歐盟、美國、韓國均僅檢測銫-134 與銫-137，多數實驗室未檢測銫-90。

銫-90 等特殊核種存在食品的風險，於 CODEX 已包含於評估中。此外美國 FDA 規範中指出銫-90 檢驗是當銫含量超過關切濃度(level of concern；LOC)百分之三十的物質時，因此此次分析銫-90 並未納入。

## 暴露風險評估程序

### 國際食品法典委員會 (CODEX)人口放射線風險計算模式

依據國際食品法典委員會(CODEX)人口放射線風險計算模式，預估開放日本 4 縣（千葉、櫛木、茨城、群馬）特定食品進口後，國人經由攝取特定食物的總額外輻射暴露劑量（毫西弗/年）。

一般民眾經由攝取某類食物之總額外輻射暴露劑量毫西弗（mSv）/年之計算，係根據國際食品法典委員會（CODEX）針對人口放射線風險計算模式： $E=U(A) \times M(A) \times e_{ing}(A) \times IPF$ 。

Fact Sheet on Codex Guideline Levels for Radionuclides in Foods Contaminated Following a Nuclear or Radiological Emergency— prepared by Codex Secretariat (2 May 2011)

$$E = U(A) \times M(A) \times \text{eing}(A) \times \text{IPF}$$

$U(A)$ : the amount of radionuclide (Bq/kg)  
 $M(A)$ : mass of food consumed (kg/year)  
 $\text{eing}$ : ingestion dose coefficient (dose per unit intake, mSv/Bq)  
 $\text{IPF}$ : import to production factor

國際食品法典委員會 (CODEX) 人口放射線風險計算模式 (Source: Codex Secretariat; 2 May, 2011)

### U(A)：食品檢測輻射濃度 (Bq/Kg)

以日本厚生勞動省最新逐月公告各縣食品輻射濃度檢測報告，並以過去兩年 (2015 年 1 月迄今) 千葉縣、櫛木縣、茨城縣、群馬縣，於法定標準內而含微量輻射中最高的輻射濃度，作為評估之依據。

自 2015 年 1 月份至 2016 年 10 月份日本厚生勞動省公告各類流通食品檢出最高輻射濃度樣本

自2015年1月份到2016年10月份(日本厚生勞動省)公告之各類流通食品檢出輻射濃度之結果整理 (本資料亦參考美國、歐盟、香港的檢驗結果)							
	中文分類	樣本項目品名	樣本產地	樣本檢測濃度			資料庫
	品類	項目	縣市	Cs-134(Bq/Kg)	Cs-137(Bq/Kg)	Cs-134+Cs-137(Bq/Kg)	
1	水果類	日本梨子	千葉縣	<0.471	0.577	0.58	2015 Aug
2	蔬菜類	蕨菜	櫛木縣	5.6	42	48	2016 May
3	五穀根莖類	堅果類(栗子)	櫛木縣	6.1	23	29	2015 Oct.
4	餅乾與糖果類	芋頭乾	茨城縣	2.75	12.5	15	2016 Feb.
5	飲料類	無酒精飲料	郡馬縣	<3.9	6.34	6.3	2015 Mar
6	穀物雜糧製品及含雜糧成分調製			目前無資料			
7	病人用及特殊營養食品			目前無資料			
8	調味醬及其他調味等用途食品類	蜂蜜	櫛木縣	<5.7	17	17	2015 Oct.
(a)香港食物環境衛生署食物安全中心資料：日本進口食物檢測每日概況。							
(b)歐盟：2014年輻射活性劑量檢測之評估報告 (Assessment of the data on radioactivity in the year 2014 as made available by the Japanese authorities)							
(c)美國資料 (僅兩筆)：2014年公告報告中，薑粉 (sample no. 686901, collected April 2011) ;綠茶包 (sample no. 827430, collected August 2013)。							

以 6 大類 4 縣(千葉縣、櫛木縣、茨城縣、群馬縣)流通食品(水果類、蔬菜類、五穀根莖類、糖果餅乾類、飲料類、調味料類)在日本、歐



盟、香港、台灣超過最低檢測值檢的，多為微量檢出。惟以日本在五穀根莖類食物比率較高(9.71%)，次為日本在調味料類(1.87%)及糖果餅乾類(1.76%)比率稍高。

日本、歐盟、香港、台灣於2年內4縣流通食品超過最低檢測值的比率

國 家 6大類食物	日 本	歐 盟	香 港	台 灣
水果類	0.34%	*	0%	0%
蔬菜類	0.86%	0.14%	0.01%	0.05%
五穀根莖類	9.71%	*	0.001%	0.02%
糖果餅乾類	1.76%	*	0%	0.02%
飲料類	0.98%	*	0.003%	0%
調味料類	1.87%	*	0%	0.003%

\*無檢測資料。

本報告為避免低估風險，故以最高污染值作為暴露劑量計算。其中，三項食品，檢測低於最低偵測值部分，已使用檢測最高敏感值當成該輻射濃度進行暴露評估，以不低估風險。例如日本梨子 Cs-134=0.471 Cs-137=0.577，無酒精飲料 Cs-134=3.9 Cs-137=6.34，蜂蜜 Cs-134=5.7 Cs-137=17。

#### 特定食品檢出最高放射濃度

食品類別	樣本	Cs-134 (Bq/Kg)	Cs-137 (Bq/Kg)	Cs-134 + Cs-137 (Bq/Kg)
菇類	群馬縣 乾燥香菇	11.0	61.0	72.0
水產品類	千葉縣 鰻魚	11.2	80.6	91.8
茶類	茨城縣 麥茶	<1.6	<1.7	<3.3

## M(A)：年食物攝取量

依據台灣國家攝食資料庫，不同年齡層的各類食物年度平均攝取量計算，年齡層包含：0-3 歲、3-6 歲、6-12 歲、12-16 歲、16-18 歲、19-65 歲、>65 以及育齡婦女（19-49 歲），總共分為 8 組。

本評估專案依據國家攝食資料庫 104 年度食物攝食結果，各年齡層各類食物攝食量（公斤/年）進行評估。

0-3 歲：該族群國人平均攝取菇類為 8.8 公斤/年，水產品為（熟重）13.1 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 72.8 公斤/年。

3-6 歲：該族群國人平均攝取菇類為 12.0 公斤/年，水產品為（熟重）21.0 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 111.2 公斤/年

6-12 歲：該族群國人平均攝取菇類為 10.5 公斤/年，水產品為（熟重）21.0 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 137.6 公斤/年

12-16 歲：該族群國人平均攝取菇類為 12.1 公斤/年，水產品為（熟重）28.3 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 186.1 公斤/年。

16-18 歲：該族群國人平均攝取菇類為 11.1 公斤/年，水產品為（熟

重) 23.6 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 237.3 公斤/年。

19-65 歲：該族群國人平均攝取菇類為 17.4 公斤/年，水產品為（熟重）32.1 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 290.8 公斤/年。

>65 歲：該族群國人平均攝取菇類為 17.4 公斤/年，水產品為（熟重）32.1 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 290.8 公斤/年。

19-49 歲 育齡婦女：該族群國人平均攝取菇類為 18.6 公斤/年，水產品為（熟重）30.0 公斤/年，可可、咖啡、茶類飲料類為 218.6 公斤/年(如下表)。

M(A)年攝取量-平均值 (單位：公斤/年)						
類別	1. 水果類	2. 蔬菜類-小葉菜類	3. 五穀根莖類- 堅果類	4. 餅乾與糖果類	5. 飲料類	6. 調味醬及其他調味等用途食品類
國家膳食調查資料庫代號	I 水果類	J02.小葉菜類及其製品	B03.堅果類及其製品	K.糖及糖果零食類	L.飲料類	N.調味料類
0~3	36.78	9.76	20.29	15.37	206.15	4.85
3~6	58.22	14.49	15.33	17.90	149.54	7.11
6~12	66.47	28.88	22.66	13.83	189.24	10.73
12~16	79.13	27.96	25.26	14.04	224.59	13.19
16~18	84.74	27.08	23.38	14.77	299.99	16.88
19~65	106.97	41.50	24.18	10.52	333.17	12.30
>65	91.65	57.09	17.44	6.73	244.62	6.43
育齡婦女19~49	97.62	37.80	23.89	11.04	282.83	11.70

最大 值	M(A)年攝取量 - 最大值 (單位：公斤/年)						
	類別	1. 水果類	2. 蔬菜類-小葉菜類	3. 五穀根莖類-堅果類	4. 餅乾與糖果類	5. 飲料類	6. 調味醬及其他調味等用途食品類
	國家膳食調查資料庫代號	I 水果類	J02.小葉菜類及其製品	B03.堅果類及其製品	K糖及糖果零食類	L.飲料類	N.調味料類
	0~3	510.68	121.99	28.27	317.19	1051.38	84.23
	3~6	225.87	91.29	116.98	148.19	846.64	156.91
	6~12	522.70	241.45	124.84	228.72	1790.72	187.48
	12~16	644.64	235.68	190.86	265.78	1189.39	311.75
	16~18	1023.27	279.64	174.81	345.32	1762.10	294.22
	19~65	1590.70	545.85	198.89	232.40	6856.27	132.62
	>65	555.28	882.23	134.82	128.58	1945.94	131.84
	育齡婦女19~49	469.52	262.65	198.89	232.39	1704.94	127.43

資料來源：參考台灣國家攝食資料庫。

**eing(A)：國際放射防護委員會 (ICRP) 訂定劑量換算係數**

**IPF：(輸入食品)污染率(某類食品進口量/國內消費量比率)**

日本 4 縣食物進口量之年度預估有以下幾種方式

1. 未禁止縣以前日本食物進口量資料：7356.2 公噸/月(100 年 1-3 月全日本) - 5015.8 公噸/月(100 年 4-12 月全日本)=2340.4 公噸/月(福島 4 縣) 為  $2340.4 / 7356.2 * \% = 31.8\%$  (假設 4 縣輸台產品佔全日本輸台量 3 成)。
2. 若依據面積進行預估 4 縣輸入量佔比，群馬縣面積 6,363 平方公里；栃木縣面積 6,408 平方公里；茨城縣面積 6,096 平方公里；千葉縣面積 5,156 平方公里。則 4 縣產品估計佔輸台量 6.35 %。

### 3.4 縣農業產量全國比重

日本茨城、櫛木、千葉、群馬 4 縣農業產量全國佔比為 12.6%(如表)。

總表	單位 公噸	
	四縣市	全國
豆類	9 925	243 100
麥類	106400	1,181,000
米	1051800	7,989,000
	1 158 200	9 170 000
	四縣市產量佔比	12.63%

資料來源：<http://stats-japan.com/t/kiji/13542>

本評估依據日本農林水產省資料，計算 4 縣農業產米量佔全國比率為 12.6%，較原先假設來得低，在風險部分，沒有低估的情況。

依據衛生福利部所提供資料，日本食品輸入佔台灣總攝食比例的 1.4%。計算 4 縣農業產量佔全國比率為 12.6%。因此，污染率 **IPF** 設定為：**1.4%\*12.6%=0.176%**

#### 台灣流通食品背景輻射暴露量

2016 年 1 月至 6 月行政院原子能委員會輻射偵測中心執行臺灣地區放射性落塵及食品、飲水中放射性含量調查(半年報)。

6 大類食品(水果類、蔬菜類、五穀根莖類、糖果與餅乾類、飲料

類、調味製品類)以及其他茶類、菇類，以加馬能譜分析，均未測得  
任何人造核種；僅水產品(0.11 Bg/Kg) 測得。

## 健康風險評估

參考 2008 年國際防護協會(International commission on  
radiological protection, ICRP) 建議，進行隨機效應(stochastic effects)  
的風險換算

( <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/28/2/R02/meta> )。

該報告提出每一西弗暴露會增加 4.1%的癌症相關致死率。另外，再  
加乘放大一百倍計算 0~2 歲的風險，放大三倍計算 2~16 歲風險。

內部的轉換係數。貝克西弗轉換係數參考 ICRP publication 119,  
ANNEX F. EFFECTIVE DOSE COEFFICIENTS FOR INGESTION OF  
RADIONUCLIDES FOR MEMBERS OF THE PUBLIC, P. 77-78.

( <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20119> )

## 研究結果

以下依據各年齡層分析結果提供各年齡層暴露風險評估

年齡：0-3 歲

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		檜木縣 蕨菜		檜木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		檜木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估 0-3歲台灣嬰幼兒族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000010		0.000083		0.000117		0.000045		0.000494		0.000023	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000010		0.000083		0.000117		0.000045		0.000494		0.000023	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.000771											

  

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		檜木縣 蕨菜		檜木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		檜木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估 0-3歲台灣嬰幼兒族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000133		0.001038		0.000163		0.000928		0.002519		0.000395	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000133		0.001038		0.000163		0.000928		0.002519		0.000395	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.005176											

### 3-6 歲

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估 3-6歲台灣幼兒族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000012		0.000120		0.000080		0.000049		0.000290		0.000029	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000012		0.000120		0.000080		0.000049		0.000290		0.000029	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.000580											

  

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估 3-6歲台灣幼兒族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000046		0.000759		0.000612		0.000402		0.001641		0.000648	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000046		0.000759		0.000612		0.000402		0.001641		0.000648	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.004109											



年齡：6-12 歲

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估台灣 6-12歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000012		0.000202		0.000100		0.000032		0.000313		0.000038	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000012		0.000202		0.000100		0.000032		0.000313		0.000038	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.000695											

  

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估台灣 6-12歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000090		0.001685		0.000551		0.000524		0.002958		0.000656	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000090		0.001685		0.000551		0.000524		0.002958		0.000656	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.006464											

## 12-16 歲

平均 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類		
	項次													
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		檜木縣 蕨菜		檜木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		檜木縣 蜂蜜		
	1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3	預估台灣6-12歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000012		0.000202		0.000100		0.000032		0.000313		0.000038	
	4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000012		0.000202		0.000100		0.000032		0.000313		0.000038	
	加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.000695											

  

最大 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類		
	項次													
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		檜木縣 蕨菜		檜木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		檜木縣 蜂蜜		
	1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3	預估台灣6-12歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000090		0.001685		0.000551		0.000524		0.002958		0.000656	
	4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000090		0.001685		0.000551		0.000524		0.002958		0.000656	
	加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.006464											

## 16-18 歲

平均 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類	
	項次												
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
	1 人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2 日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3 預估台灣16-18歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000020		0.000247		0.000136		0.000044		0.000657		0.000078	
	4 台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5 台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6 若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000020		0.000247		0.000136		0.000044		0.000657		0.000078	
	加總 預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的 額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.001182											

  

最大 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類	
	項次												
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
	1 人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2 日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3 預估台灣16-18歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000236		0.002554		0.001015		0.001038		0.003861		0.001356	
	4 台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5 台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6 若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000236		0.002554		0.001015		0.001038		0.003861		0.001356	
	加總 預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的 額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.010061											

## 19-65 歲

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估台灣19-65歲成人族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000025		0.000379		0.000140		0.000032		0.000730		0.000057	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000025		0.000379		0.000140		0.000032		0.000730		0.000057	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.001363											

  

項次	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味等用途食品類	
	評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
1	人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
2	日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
3	預估台灣19-65歲成人族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000366		0.004986		0.001155		0.000699		0.015024		0.000611	
4	台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
5	台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
6	若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000366		0.004986		0.001155		0.000699		0.015024		0.000611	
加總	預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.022841											

## 大於 65 歲

平均 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類	
	項次 評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		檜木縣 蕨菜		檜木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		檜木縣 蜂蜜	
	1 人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2 日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3 預估台灣>65歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000021		0.000521		0.000101		0.000020		0.000536		0.000030	
	4 台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5 台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6 若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000021		0.000521		0.000101		0.000020		0.000536		0.000030	
	加總 預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的 額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.001230											

  

最大 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類	
	項次 評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		檜木縣 蕨菜		檜木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		檜木縣 蜂蜜	
	1 人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2 日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3 預估台灣>65歲族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000128		0.008058		0.000783		0.000387		0.004264		0.000608	
	4 台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5 台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6 若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.000128		0.008058		0.000783		0.000387		0.004264		0.000608	
	加總 預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的 額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.014227											

## 育齡婦女：年齡 19-49 歲

平均 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類	
	項次 評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
	1 人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2 日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3 預估台灣19-49歲育齡婦女族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000022		0.000345		0.000139		0.000033		0.000620		0.000054	
	4 台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5 台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6 若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.0000225		0.0003452		0.0001388		0.0000332		0.0006198		0.0000539	
	加總 預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的 額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.001213											

  

最大 值	食品種類	1. 水果類		2. 蔬菜類-小葉菜類		3. 五穀根莖類-堅果類		4. 餅乾與糖果類		5. 飲料類		6. 調味醬及其他調味 等用途食品類	
	項次 評估樣本 <sup>(1)</sup>	千葉縣 日本梨子		樺木縣 蕨菜		樺木縣 栗子		茨城縣 甘藷乾		群馬縣 無酒精飲料		樺木縣 蜂蜜	
	1 人工放射核種	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
	2 日本當地檢測特定食物之放射濃度(貝克/公斤) <sup>(2)</sup>	<0.471	0.577	5.6	42	6.1	23	2.75	12.5	<3.9	6.34	<5.7	17
	3 預估台灣19-49歲育齡婦女族群 <sup>(3)</sup> 輻射暴露量(毫西弗/年) <sup>(4)</sup>	0.000108		0.002399		0.001155		0.000699		0.003736		0.000587	
	4 台灣所檢測國內食品輻射放射濃度(貝克/公斤) <sup>(5)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	5 台灣所檢測國內食品輻射暴露量換算(毫西弗/年) <sup>(6)</sup>	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A	
	6 若攝取日本進口特定食物之額外輻射濃度暴露量(毫西弗/年) <sup>(7)</sup>	0.0001081		0.0023990		0.0011553		0.0006987		0.0037360		0.0005875	
	加總 預估攝取進口自日本四縣市6類特定食品後，國人的 額外輻射暴露總劑量(毫西弗/年)	0.008685											

## 國人額外輻射總暴露風險評估

假設國人未經特別挑選按目前國人各年齡層的飲食習慣而攝食 4 縣此 6 類食物(水果類、蔬菜類、五穀根莖類、糖果與餅乾類、飲料類、調味製品類)，估計各年齡層一年額外輻射暴露量(毫西弗/年)。

年齡 (歲)	國人經由攝取特定食物總額外輻射暴露量 (毫西弗/年)					
	假設 1) IPF% : 1.4%*100%			假設 2) IPF% : 1.4%*12.6%		
	(攝食量) 平均值 ~ 最大值			(攝食量) 平均值 ~ 最大值		
0-3	0.000771	~	0.005176	0.000097	~	0.000652
3-6	0.000580	~	0.004109	0.000073	~	0.000518
6-12	0.000695	~	0.006464	0.000088	~	0.000814
12-16	0.001015	~	0.008252	0.000128	~	0.001040
16-18	0.001182	~	0.010061	0.000149	~	0.001268
19-65	0.001363	~	0.022841	0.000172	~	0.002878
>65	0.001230	~	0.014227	0.000155	~	0.001793
育齡婦女 19-49	0.001213	~	0.008685	0.000153	~	0.001094

### 說明: 19-65 歲民眾額外輻射總暴露風險評估

假設國人未經特別挑選按目前國人各年齡層的飲食習慣而攝食 4 縣此 6 類食物(水果類、蔬菜類、五穀根莖類、糖果與餅乾類、飲料類、調味製品類)，估計國人各年齡層一年額外經輻射暴露量 (毫西弗/年)。

假設 1：日本 4 縣 6 類食物佔日本進口食品的 **100%**，預估其增加輻射暴露劑量約為 **0.001363 ~ 0.022841 毫西弗/年**。

假設 2：日本 4 縣 6 類食物佔日本進口食品的 **12.6%**，預估其增加輻射暴露劑量約為 **0.000172 ~ 0.002878 毫西弗/年**。

## 健康風險

以 ICRP60 估算每一西弗(1000 毫西弗)成人暴露增加 4.1% 癌症以及 0.1% 遺傳效應機率(兩者合計增加 4.2% 健康傷害 health detriment)，則台灣成人(依 2015 年統計 19~65 歲約 1700 萬人)一年總共約增加 0.12(以平均攝食量及 4 縣生產量占日本食品產量 12.6% 估計)至 16 位(以最大攝食量及 4 縣生產量占日本食品產量 100% 估計)健康傷害；而 0-18 歲年齡族群(310 萬人)增加 0.014~0.89 位；大於 65 歲族群(290 萬人)增加 0.019~1.71 位。

依 2015 年國內民眾各年齡層分布估計一年新增暴露風險(毫西弗)及合計新增合計癌症及遺傳效應健康風險(人數)

年紀	總人口數			Cancer 4.1% Sv-1	4.10% Heritable effect 0.1% Sv-1	0.10%	Total detriment 4.2%	4.20%					
0-3	3100000	0.000097	0.0052	0.000003977	0.0002132	0.000000097	0.0000052	0.000004074	0.0002184	4.5192E-06	0.00028644	0.01400952	0.887964
3-6		0.000073	0.0041	0.000002993	0.0001681	0.000000073	0.0000041	0.000003066	0.0001722				
6-12		0.000088	0.0065	0.000003608	0.0002665	0.000000088	0.0000065	0.000003696	0.000273				
12-16		0.00013	0.0083	0.00000533	0.0003403	0.00000013	0.0000083	0.00000546	0.0003486				
16-18		0.00015	0.01	0.00000615	0.00041	0.00000015	0.00001	0.0000063	0.00042				
19-65	17000000	0.00017	0.023	0.00000697	0.000943	0.00000017	0.000023	0.00000714	0.000966			0.12138	16.422
>65	2900000	0.00016	0.014	0.00000656	0.000574	0.00000016	0.000014	0.00000672	0.000588			0.019488	1.71
育齡婦女19-49		0.00015	0.0087	0.00000615	0.0003567	0.00000015	0.0000087	0.0000063	0.0003654				



## 結論與建議

### 1. 日本 4 縣食品若開放，台灣民眾所增加的暴露風險及新增健康風險評估

依據採用的數據各批次日本食品測量人工放射核種濃度，以其中於法定範圍之內、較最低檢測極限為高的微量輻射濃度，各品項食品最高輻射濃度者[U(A)]、依據國內所執行的台灣國家食品攝食量調查中，特定類食品的平均與最高攝食量[M(A)]、ICRP 所建議的食品放射劑量轉換體內輻射暴露劑量係數(簡稱劑量轉換係數;  $e_{ing}$ )，再考慮日本上述 4 縣食品年生產量占日本總食品生產量的比率(估計於 12.6% 至 100% 之間)，以及日本食品過去歷年一年進口占台灣國內特定食品的消費量(污染率 IPF)，推得台灣民眾 0-3 歲、3-6 歲、6-12 歲、12-16 歲、16-18 歲、19-65 歲、大於 65 歲、及 19-49 歲育齡婦女等 8 個年齡層及特殊族群，每年新增輻射暴露於 0.000097~0.0052 毫西弗、0.000073~0.0041 毫西弗、0.000088~0.0065 毫西弗、0.00013~0.0083 毫西弗、0.00015~0.010 毫西弗、0.00017~0.023 毫西弗、0.00016~0.014 毫西弗、以及 0.00015~0.0087 毫西弗的範圍。相較於目前我國輻射防護法中針對背景值以上民眾一年所受游離輻射的暴露限值(一年 1 毫西弗，與 ICRP-103(2007)所建議安全限值相同)明顯為低。

以 ICRP60 估算每一西弗(1000 毫西弗)成人暴露增加 4.1% 癌症以及 0.1% 遺傳效應機率(兩者合計增加 4.2% 健康傷害 health detriment)，則台灣成人(依 2015 年統計 19~65 歲約 1700 萬人)一年總共約增加 0.12(以平均攝食量及 4 縣生產量占日本食品產量 12.6% 估計)至 16 位(以最大攝食量及 4 縣生產量占日本食品產量 100% 估計)健康傷害；而 0-18 歲年齡族群(310 萬人)增加 0.014~0.89 位；大於 65 歲族群(290 萬人)增加 0.019~1.71 位。其中，健康風險受到國人攝食前述 4 縣食品量之比重及自日本進口食品比率大小影響。

此分析受到現有國際上檢測資料以及國人攝食習慣影響甚鉅，尚缺足夠的銻-90 元素以及國內食品以相同抽樣密度檢測放射元素的檢測資料，亦尚未針對特殊較小族群對輻射健康特異性之分析；未來值得進一步收集更好的資料及持續精準分析。

## 2. 其他國家之風險比較

以澳洲比較。澳洲在 2012 年就日本進口產品的全面抽查與檢驗結果報告（參考網址：[https://drive.google.com/file/d/0B3Exe\\_dOP9pkbTVNZktkSkFKMWs/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/0B3Exe_dOP9pkbTVNZktkSkFKMWs/view?usp=drivesdk)）提到：不會特別禁止進口日本進口產品。由於日本進口澳洲產品佔全數進口產品只有 1% 左右，所以不致對民眾造成具體影響，且 2012 後仍持續監測中。該報告並未發現任何與福島事件有關污染，所以並未特別盡止日本進口產品。值得一提的是，澳洲所納入檢驗的項目相當廣，甚至還包含進口車、航空器、船舶等。台灣 30% 食品國產，70% 進口，其中 1.4% 自日本。2012 年之後，透過洋流的輻射已逐漸遞減，所以沒有必要特別對日本進口產品恐慌，因為抽查的項目都沒超過背景輻射值，幾項產品如香菇、海帶等單一項目雖高過標準值，但調查後發現，與福島事件無關。報告亦提及，根據半衰期推算，應是 2011 年之前的污染，但應要同時有銫-134 與銫-137 才會認為是近期的污染。如果只有銫-137，並不一定是近期的污染，因銫-134 物理半衰期為 2 年，銫-137 物理半衰期為 30 多年之故。另外，昆布大家會特別有興趣是因為它長在海裡，不太移動，可以反映當地長期污染。由於澳洲是食安非常嚴格的國家，既然政府已積極處理，民眾也就沒有什麼好擔心的。抽樣驗 85 個茶包 tea sample，有

36 個樣本介於 2-100 bg/kg 同時有 134,137；另外，有 6 個大於 100 bg/kg。最後，有描述從進口食物（日本食物進口佔 1%，其中驗出有 7%有超過 detectable limit 數值同時有 134,137)低於 codex 指引 1000 bg/kg，然後，再去推估一個成人一年攝入 55kg 污染食物，所暴露到額外量約 0.7 mSv =>用來推估污染食物帶來的健康影響（health impact）（2015 年之報告內容亦多相同，參考網址：

<http://www.arpana.gov.au/Public/hottopics/JapanNuclearAccident.cfm>。

### 3. 建議以「有無受輻射污染」作為解禁與否之判斷依據。

台灣是個高度依賴國際貿易的國家，食品進口縱然有經貿考量，而民眾更關心的是進口食品之健康風險。

國際上，美國、歐盟面對此狀況之作法，首先先訂一個輻射檢測標準，然後針對進口食品一率採「食品有無受輻射污染」之原則進行把關，一旦食品檢測值超標則須退回。

目前台灣政府與民眾爭論點，在於是否針對日本某特定「地區」進行食品開放與否。然而，並非所有來自於日本某特定地區的食品就會有輻射污染，反之亦然。一旦侷限在地區開放與否之討論，難以符

合國際自由貿易的發展原則，更未回答人民到底進口的食品有無輻射污染。

以「地區」作為管制與否，很容易對該地區造成污名化，讓原本應單純從科學檢驗標準來做管控，更難以聚焦說明到底是什麼食物有受輻射污染之風險。因此，若能回歸食品本身對民眾健康風險本質的討論，這也是國際上許多國家會採「檢測標準管控」原因之一。

為確保國人食安，針對日本 2011 年災後之食品進口管制，政府可將焦點注重在「有無受輻射污染之食品」。建議政府考慮與美國、歐盟同步，不以日本特殊地區食品生產作為管制依據，改以「食品有無受輻射污染」作為管制標準，並制定一個非單點式的檢測時程，例如：連續五年內曾被檢出額外輻射之食品則不得開放，以保護人民。

為達到上述目的，需要有相關配套措施，針對食品之輸出國—日本：

- (1) 需有日本本國流通許可；
- (2) 需檢附產地證明；
- (3) 經輻射檢測，連續五年之濃度在檢測儀器的最低檢測敏感度以下（即：一般國家訂於 **3-5 Bq/Kg**，美國食品藥品管理局訂於 **5 Bq/kg**）。

(4) 對食品之進口國—台灣：要進行雙重把關，即：除加強查驗外，針對進口食品需採「逐批」檢測，且檢測值亦需在測儀器的最低檢測敏感度以下。

在風險溝通上，建議政府可協助民眾釐清「核災」與「地區」不應為食品解禁與否之標準。「核災食品」本來就無明確定義，然單純從字面，任何食品若受核災之輻射污染超過標準，本就應不允許在市場上流通。因此，在政府與民眾雙方建立對話的第一步，可先對擬解禁之食品有正確定義，即「無檢驗出額外輻射之食品」。

一旦食品進口，政府須持續推動健康風險評估腳步，並應即時公開日方所提供之報告與台灣把關之資訊透明化，以利民眾得隨時查閱、落實民眾「知的權利」。

綜合上述，台灣政府之管制標準須與國際接軌，並以科學檢測數據為管制基礎，加強抽檢並嚴格把關與落實資訊公開，一旦符合上述條件，方可開放「無檢驗出額外輻射之食品」進口，始能確保日本輸台食品之安全與衛生。

#### 4. 建議未來可列入分析項目

4.1 國際上的評估：與其他已開放 4 縣食品進口國家或地區的資料比較。

4.2 特殊族群，如腎病變與洗腎病患或特殊疾病患者的分析

\*鈉百分之 80 由尿液排除，百分之 20 糞便排除，洗腎四個小時可以移除超過九成的鈉放射性同位素。腎功能不全、尿液減少之病患可能會有較高的輻射累積曝露量。

4.3 錒-90 的影響因多數食品檢測缺乏此資料 於分析上有極大限制，未來有進一步分析資料，將可據以參考。

4.4 未來須持續考慮各類食物的攝取比例、各類食品輸入（國人消費行為偏好）與各類食品檢出結果等，進行綜合性風險評估。

4.5 已經國內部分學者專家提供意見，未來可能再與國際上專家討論，讓報告能獲國際上認同與接受。評估的資料來源將逐漸補齊；目前的評估先以民眾一般飲食習慣為基準，應已具高度（80~90%）的準確度（張武修，2016.12.23 座談會回應）。

## 參考文獻

- 中華民國原能會半年報 (2016.01-2016.06)
- 美國 FDA Alert 99-33
- 國際輻射防護委員會(ICRP)「2007年建議(Publication 103)」
- 歐盟對日本輸入食品輻射安全規定
- Codex Alimentarius Commission, 2007. Working Principles for Risk Analysis for Food Safety for Application by Governments. CAC/GL 62-2007.
- Codex Alimentarius Commission, 2011. Procedural Manual. 20th Edition, p112-113. Codex Secretariat (2 May, 2011)
- Codex STAN 193-1995
- Eckerman, K., J. Harrison, and H-G. Menzel, C.H. Clement, Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60 ICRP Publication 119, Ann. ICRP 41(s), 2012.
- ICRP publication 119, ANNEX F. EFFECTIVE DOSE COEFFICIENTS FOR INGESTION OF RADIONUCLIDES FOR MEMBERS OF THE PUBLIC, pp. 77-78.
- Wrixon AD. New ICRP recommendations. *J Radiol Prot* 2008; 28(2): 161-8.
- <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0006&from=EN>
- <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/28/2/R02/meta>
- [http://www.caa.go.jp/earthquake/understanding\\_food\\_and\\_radiation/pdf/161005\\_kouhyou\\_1.pdf](http://www.caa.go.jp/earthquake/understanding_food_and_radiation/pdf/161005_kouhyou_1.pdf)
- [http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme\\_rafs/files/Nuclear\\_Event/Daily\\_Update\\_of\\_Japan\\_29\\_07\\_2016.pdf](http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/files/Nuclear_Event/Daily_Update_of_Japan_29_07_2016.pdf)
- [http://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_rafs/programme\\_rafs\\_fc\\_01\\_30\\_Nuclear\\_Event\\_and\\_Food\\_Safety.html](http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_30_Nuclear_Event_and_Food_Safety.html)
- <http://www.codexalimentarius.org/>
- <http://www.fda.gov.tw/TC/siteList.aspx?sid=2356>
- <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodScienceResearch/TotalDietStudy/UCM474705.pdf>
- <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM094513.pdf>
- <http://www.fda.gov/downloads/newsevents/publichealthfocus/ucm290179.pdf>
- <http://www.fda.gov/newsevents/publichealthfocus/ucm247403.htm#new>
- <http://www.ftalliance.com.au/news/1631>
- <http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20119>
- [http://www.kantei.go.jp/jp/singi/nousui/kyouka\\_wg/dai1/siryou6-2.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/nousui/kyouka_wg/dai1/siryou6-2.pdf)



- [http://www.maff.go.jp/e/quake/pdf/140812\\_response\\_to\\_emergenc.pdf](http://www.maff.go.jp/e/quake/pdf/140812_response_to_emergenc.pdf)
- [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kome/index.html](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kome/index.html)
- [http://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/dl/20131025-1.pdf](http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/20131025-1.pdf)
- <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000078546.html>
- <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000106405.html>
- <http://www.mhlw.go.jp/stf/kinkyu/0000123454.html>
- [https://www.ava.gov.sg/docs/default-source/publication/ava-vision/ava\\_newsletter-1r](https://www.ava.gov.sg/docs/default-source/publication/ava-vision/ava_newsletter-1r)
- <https://www.env.go.jp/chemi/rhm/conf/eigokariyaku.pdf>
- [https://drive.google.com/file/d/0B3Exe\\_dOP9pkbTVNZtkSkFKMWs/view?usp=drivesdk](https://drive.google.com/file/d/0B3Exe_dOP9pkbTVNZtkSkFKMWs/view?usp=drivesdk)
- <http://www.arpana.gov.au/Public/hottopics/JapanNuclearAccident.cfm>