



聯合國原子輻射
影響問題科學委員會
報告書

大會

正式紀錄：第十九屆會
補編第十四號(A/5814)

聯合國

聯合國原子輻射
影響問題科學委員會
報告書

大會

正式紀錄：第十九屆會
補編第十四號(A/5814)



聯合國

一九六四年，紐約

註

本報告書內，引述附件時，均以英文字母附數字表示之：英文字母指有關附件，阿拉伯數字指段次。在各附件內，引述科學文獻，均用阿拉伯數字表示之。

聯合國文件均以英文字母及數字編號。凡提及此種編號即指聯合國之某一文件而言。

簡 稱

原彈傷亡委會	原子彈傷亡事宜委員會
糧農組織	聯合國糧食農業組織
原總	國際原子能總署
放射防護委會	國際放射防護問題委員會
放射單位委會	國際放射單位及量度問題委員會
衛生組織	世界衛生組織
氣象組織	世界氣象組織

*
* *

CNS	中樞神經系
DNA	去氧核糖核酸
ERG	視網膜電像
ESR	電子自旋共鳴法
GI	胃腸道
LET	直線能量轉移
MPC	最高可容許密集度
MPRE	最低純鐳當量
OR	觀測比
RBE	相對生物效率
RES	網狀內皮系
RNA	核糖核酸
TBR	全身輻射
TNT	三硝基甲苯
UV	紫外(射線)

目 次

簡稱.....	iv
章次	頁次
壹. 導言.....	1
貳. 核試驗造成的環境放射沾染.....	4
叁. 輻射在人體內的生癌作用.....	7

附 件

A. 核試驗造成的環境放射沾染.....	11
B. 輻射在人體內的生癌作用.....	90
C. 委員會所收到的報告書一覽.....	125
附錄壹. 各國代表團團員科學專家題名.....	133
附錄貳. 曾協助委員會撰擬本報告書的科學專家題名.....	134



第壹章

導 言

委員會的組成及任務規定

一、聯合國原子輻射影響問題科學委員會係由大會第十屆會經第一委員會於一九五五年十月三十一日至十一月十日舉行討論後，於同年十二月三日通過決議案九一三(十)所設立。委員會的任務規定，載於該決議案第二段，內稱，大會請委員會：

“(a) 收受由聯合國會員國及各專門機關會員國供給之下列輻射資料，並彙集成為妥當而有用之形式：

“(i) 關於觀測所得環境內游離輻射程度及放射程度之報告；

“(ii) 關於游離輻射影響人類及其環境問題業已進行或此後由各國科學機構或各國政府機關舉辦之科學觀測及實驗報告；

“(b) 就樣品蒐集及儀器使用方法，以及分析樣品所用之輻射計數方法建議劃一標準；

“(c) 編纂上文(a)項(i)款所稱之各種觀測所得輻射程度報告，並彙為總編；

“(d) 審查並校對上文(a)項(ii)款所稱之各國報告，逐一分別評估，以判定各該報告對於委員會之用處；

“(e) 每年擬具進度報告書，並將關於輻射程度及輻射影響人類及其環境問題所收到之報告書於一九五八年七月一日製成撮要連同上文(d)項所稱之評價，並指明所有仍待繼續審查之各項研究計劃；如遇所蒐集之資料足敷應用，則在是日以前製成撮要；

“(f) 將上述之文件及評價隨時斟酌情形送達秘書長，以使公佈並分送聯合國會員國或各專門機關會員國。”

二、委員會係由阿根廷、澳大利亞、比利時、巴西、加拿大、捷克斯拉夫、法蘭西、印度、日本、墨西哥、瑞典、蘇維埃社會主義共和國聯邦、大不列顛及北愛爾蘭聯合王國及美利堅合眾國組成。

委員會的工作

三、委員會成立以來共舉行十四屆會議。首十一屆會工作，在委員會於一九五八年¹及一九六二年²向大會第十三屆會及第十七屆會所提出的兩件詳盡報告書的導言內業已述其梗概。委員會一九六二年所提的詳盡報告書經一九六二年十一月二十一日大會第十七屆會議案一七六四(十七)鑒悉。該決議案稱：大會：

(一) 贊許聯合國原子輻射影響問題科學委員會之工作，及其所提有價值之報告書；

(二) 感謝曾對科學委員會工作多所協助之國際原子能總署、各專門機關、國際非政府組織及各國國家科學組織以及個別科學家；

(三) 請各方特別注意科學委員會之下列結論，人類曝露於來源日增之人造輻射之問題，包括武器試驗所生之短命及長命放射核廢污染全球環境一事，需要最密切之注意，尤其因為輻射曝露之任何增加之影響，就軀體疾病而言可能經數十年，就遺傳傷害而言可能經許多世代，始完全顯露；

(四) 促請有關各方注意科學委員會報告書中所提出之建議及所表示之意見；

(五) 請科學委員會繼續對輻射危險加以衡量並對各項為增進人類關於輻射影響之知識理應舉辦之研究與進一步調查，加以檢討，並將所獲進展及將來工作方案向大會第十八屆會具報；

(六) 請國際原子能總署、各專門機關、國際非政府組織及各國國家科學組織、個別科學家以及各會員國政府繼續與科學委員會充分合作，以利繼續執行所負之重要任務；

(七) 建議各會員國政府各按本國資源，擬訂並實施關於原子輻射影響之大規模新聞方案；

(八) 請秘書長繼續向科學委員會供給其工作進行所需之協助。

¹ 大會正式紀錄，第十三屆會，補編第十七號(A/3838)。

² 同上，第十七屆會，補編第十六號(A/5216)。

四、一九六三年一月二十一日至一月三十日，委員會假日內瓦歐洲辦事處舉行第十二屆會，遵上述決議案之請討論工作方案，並製成綱要載於向大會提出之報告書⁹內。

五、委員會在該報告書內稱，大會既然着委員會繼續估計輻射危險，於是一方面必須檢討各種輻射來源所產生的劑量貢獻，另一方面又須檢討生物學和醫學研究的結果，以便對輻射的遺傳影響及軀體影響及其發生頻率與輻射劑量的關係等有進一步的瞭解。如果人體組織所受劑量的估計，或劑量與影響間數量關係的衡量，發生任何重要變更，是時或則對輻射危險的估計，可能需要修改。

六、委員會又表示意見說，如委員會以比較頻繁的次數不必以每年一次為度就任何對輻射危險估計有重要關係的結論，提出簡短或專門的報告書，或可有有效的於是大會可以隨時切實明悉委員會經常討論的結果。將來是否有關科學進展，依委員會的意見，必須就委員會任務規定所包括之整個研究領域另行新作總檢討的可能一點，委員會未下定論。

七、該報告書業經大會第十八屆會審議。大會繼特設政治委員會辯論之後，於一九六三年十一月十二日通過決議案一八九六(十八)，請科學委員會繼續執行方案及聯繫工作，以增進對於各種來源所生原子輻射之程度及其影響的知識。

八、委員會遵此請求於第十三屆會審核關於環境污染及惡性癌症誘致的資料，作為本報告書的初步工作；於一九六四年七月十日委員會第十四屆會完成並通過。

九、委員會第十四屆會並討論如何繼續進行估計各種來源所生輻射危險的工作，並請作在一九六五年舉行一屆會議的安排。委員會表示希望能在一九六六年再向大會提出一件實體報告書。

資料來源

一〇、自一九六二年三月十日至一九六四年七月三日期間，委員會從聯合國會員國、各專門機關會員國及國際原子能總署會員國，以及從這些機構本身接到的報告，列於附件C。各方於一九六二年三月十日以前所提出的報告業已列於委員會一九五八年及一九六二年兩報告書內。此等報告書外，尚有科學文獻內可以參考的其他出版物及個別科學家的未發表的私人通訊。

⁹ 同上，第十八屆會，附件，議程項目三十一，文件A/5406。

委員會的工作部署

一一、委員會所收到的資料，仍如過去由所設立的專家小組在非正式會議中加以討論並評價，然後他們的總結論，由全體委員會加以檢討。依照委員會的成例，技術討論不備詳細紀錄。

一二、第十二、十三兩屆會議期間由阿根廷的Mr. D. J. Beninson及阿拉伯聯合共和國的Mr. M. E. A. El-Kharadly分任委員會主席及副主席。第十三屆會期間澳大利亞的Mr. D. J. Stevens及印度的Mr. A. R. Gopal-Ayengar當選為第十四、十五兩屆會議主席及副主席。出席委員會第十二屆至第十四屆會議的各國代表團科學家姓名，列於附錄壹。

科學協助

一三、一如過去，委員會獲得秘書長指派少數科學職員及顧問予以協助。科學職員及顧問負責對委員會所收到的科學資料或專門文獻所發表的科學資料加以初步檢討與評價。

一四、本報告書當由委員會員全責，但委員會欲對附錄貳所列科學家的協助及意見誌謝他們的合作及善意，嘉惠委員會，殊非淺鮮。

與聯合國機關及其他組織的關係

一五、委員會各屆會議獲下列組織的協助，良深感荷：國際勞工組織(勞工組織)、聯合國糧食農業組織(糧農組織)、世界衛生組織(衛生組織)、世界氣象組織(氣象組織)等聯合國專門機關；國際原子能總署(原總)；以及國際放射防護問題委員會(放射防護委會)、國際放射單位及量度問題委員會(放射單位委會)兩非政府組織。

一六、應委員會之請，糧農組織曾蒐集關於食物鏈污染的數據，經編製本報告書時採用；氣象組織曾協助估價放射殘屑之傳送及分佈問題，該組織召集若干著名氣象學家，參加委員會第十三屆會關於大氣污染問題的討論。

一七、一九六二年報告書提及，委員會第十一屆會應世界氣象組織秘書長之請審議該組織提出的實施大會決議案一六二九(十六)第二節規定的計劃草案。委員會第十二屆會又應氣象組織秘書長之請審議該組織參酌委員會所提建議重擬的訂正計劃。經委員會審議後，結果由委員會通過聲明一件，送達氣象組織秘

書長，載有就該計劃屬於委員會任務規定範圍以內各點所作的建議。

本報告書的範圍及目的

一八、本報告書與委員會一九五八年及一九六二年兩報告書不同，不擬包括輻射影響問題的全部領域。本報告書祇論兩個問題：一、核爆炸所引起的環境污染，二、對輻射在人體內引起惡性癌症危險作數量估計之可能。

一九、關於前一問題委員會覺得允宜詳細檢討一九六四年六月所有的資料，以便結束委員會一九六二年報告書所作的調查。自該報告書通過以後，核爆炸所生的大氣污染仍大規模繼續存在以迄一九六二年底，因此，關於放射殘屑所生劑量與危險的估計必須加以訂正。此外，自一九六二年三月以來業有若干新研究的結果發表，一九六二年報告書內許多未曾解決的問題業已闡明至相當程度。因此，本報告書估計環境污染所引起的危險時，不僅要計及現在環境中存在

的放射物質數量，而且要計及關於環境中分佈及食物鏈中攝取及最後身體組織中攝取等機構的新知識。由於本報告書僅檢討本問題中由於一九六二年以後新發展引起重大改變的各點，因此，對於必要的背景資料，讀者仍須查閱一九六二年報告書。

二〇、關於惡性癌症誘致問題，自一九六二年以來吾人的知識並無根本改變。雖然如此，但最新資料使吾人過去所達到的若干危險估計，能有更健全的根據，一些使過去僅描輪廓之點獲得證實，並使新估計可以提出。關於惡性癌症誘致問題，也請讀者參閱一九六二年報告書內關於輻射生癌作用的詳情的討論。本報告書不再贅述。

二一、本報告書與已往報告書相同，除主文外，並有專門問題附件詳細討論委員會所獲的科學資料。委員會願與過去同樣着重聲明，委員會的結論係根據現在可獲的科學例證，不得視為最後結論，須隨科學知識進展而加以修正。

第貳章

核試驗造成的環境放射沾染

一、自一九六一年九月至一九六二年十二月在此期間，舉行原核爆炸環境遭受的放射沾染急劇增加，人羣所受的輻射劑量因此也急劇增加。但是委員會注意到自在大氣中、外空及水底舉行的核試驗爆炸停止以後，鑒於現時的有利情勢，這些來源對環境放射沾染所作的進一步業已停止。計算人體組織所受的劑量，必須知道各種放射核素的數量及其沉積於地面及進入食物鏈的速率。自大氣中試驗於一九六二年十二月停止以來，委員會遂能收到充分資料，足以使此種試驗所致輻射劑量的估計，充分符合目前情況。

二、一九六一年至一九六二年爆炸所產生的對裂產物幾乎全部進入平流層內。此等試驗使平流層內銾90 存量在一九六二年底較一九六一年年中水準約增加五兆居里(A32-34)。⁴

三、從平流層向地面轉移的速率繫於對裂產物在大氣中的上升高度，又繫於爆炸地點的緯度。例如放射物質在平流層內距地面一〇〇千米之處的平均駐留期在五年以上，但在平流層下層則不滿一年(A16-19)。委員會估計實驗所獲數據以後採用二年為複合對裂產物在平流層內駐留期的總平均值(A20)。此值已較一九六二年報告書所用者為短，但是此項平均駐留期的改變對於預測的銾90 及鈾137 沉積量，並無重大改變。

四、一九六二年長命放射物質降落率為一九六〇年至一九六一年時期此物質降落率的三倍；一九六三年的降落超過以往任何一年的降落(A36-38)。委員會預計一九六四年降落率可能約為一九六三年降落率的三分之二；以後各年降落率將繼續逐漸減少。

五、在一九六三年短命對裂產物衰變至於微不足道的水準，故自一九六四年以後不會再由此等物質產生任何劑量。

六、沉積地面的放射物質構成人羣所受外源輻射及內源輻射的來源。此等物質所產生的外源劑量繫於所放出的 γ 射線，所產生內源劑量的大小則大部分視各種核素經由食物鏈傳入人體的程度而定。

七、原核爆炸所產生的沾染人類飲食的對裂產物，以銾90 及鈾137 為最重要。決定銾90 經由食物鏈傳入人類飲食的機構已在一九六二年報告書內詳加討論。⁵ 作估計的根據不必因自是以後所獲新資料而須加以修訂。北半球飲食所受沾染一九六二年較一九五九年稍高；按迄至一九五九年為止，所觀測的水準實以該一年為最高。一九六三年北半球飲食內水準至少為一九六二年水準的兩倍(A80)。在南半球，一九六二年及一九六三年飲食所受沾染均有增加，但程度較小；南半球飲食內水準始終殊低於北半球的水準(A81)。

八、關於鈾137 經由食物鏈傳遞的最近證據，使鈾137 在人體內產生的輻射劑量有較精確的張本來估計(A134, 135, 178-180)。現在已可看出，一九六二年報告書對鈾137 所產生的劑量估計稍高。自一九六一年至一九六三年，飲食內鈾137 水準的變動與銾90 水準的變動大體相仿(A117)。

九、茲發現在若干當地棲居情況下，鈾137 轉移於人體數量增加，使人體含量達到從未測量的高度。於是在北極區域兩種馴鹿因所飼草內有鈾137 存積，致鹿肉內的鈾137 含量特高(A118)。當地專食此兩種馴鹿肉的少數居民體內鈾137 含量有時超過全球平均數，因素達一〇〇以上(A128)。

一〇、環境內、食物內及人體內短命放射核素的數量自一九六一年底以來業已加以測量比較以往各此試驗期中更為切實。因此，短命核素所投的劑量，現較過去所知更為準確。碘131 為嬰兒自鮮乳中攝入後使甲狀腺受照射，故特別為人所注意(A136-146)。成

⁴ 本報告書引述附件時均以英文字母附數字表示，例如 A32-34，指附件 A，第三二段至第三四段。

⁵ 大會正式紀錄，第十七屆會，補編第十六號(A/5216)，第五章，第六〇段至第六九段。

人的甲狀腺較大，飲用鮮乳數量較低，故成人所受劑量遠低於嬰兒所獲劑量。

一一、在北半球溫帶區域的多數地區，飲鮮乳兒童的甲狀腺所受平均劑量，在一九六一年約為 0.1 雷 (A, 表叁拾)；一九六二年所受劑量相同；一九六三年劑量則微不足道 (A182, 183)。南半球的劑量殊為較低。一九六二年，若干有限地點，距核試驗場僅數百千米，所產乳內的碘 131 密集度高於平均值十倍；甲狀腺所受的劑量也相應較高 (A138)。

一二、委員會再度審核碳 14 所生劑量的問題，碳 14 這種放射核素的半化期約為五,七〇〇年；可以由大氣中的氮氣因宇宙線不斷交互作用而天然地產生，又可以由大氣中的氮氣受核爆炸所釋出的中子的不斷交互作用而人為地產生大氣中人造碳 14 的含量，因一九六一年至一九六二年的試驗大約增加三倍。至

一九六三年七月，北半球地面空氣中的人造碳 14 密集度升至天然碳 14 密集度的百分之九十 (A, 表拾伍)。假以時間，人造碳 14 將在大氣中分佈均勻，並逐漸為海洋所吸收。因此，至公元二〇〇〇年，大氣中人造碳 14 密集度將跌至天然碳 14 密集度的百分之三左右 (A71)。

一三、委員會仍照一九六二年報告書⁶的辦法斷定已往原核爆炸所引起的比較危險，係根據性腺、骨面襯蓋細胞及骨髓所受的劑量負擔。此三種組織受照射後可分別引起遺傳缺陷、骨瘤及白血病。所謂劑量負擔放射物質進入環境後的衰變整個過程中對就世界人口有關組織所投總劑量的平均值劑量負擔所包括的劑量可在甚長的時期投送。一九六三年一月以前舉行的一切試驗所引起的劑量負擔，撮要列於表壹。

⁶ A/5216, 第六章。

表壹、原核爆炸所產生的劑量負擔^a

人體組織	輻射來源	劑量負擔(毫雷)		附件 A 段次
		一九五四年至一九六〇年試驗時期(一九六二年報告書估計值)	一九五四年至一九六二年試驗時期(新估計值)	
性腺	外源, 短命核素 ^b	11	21	163
	銻 137.....	16	29	165
	內源, 銻 137 ^b	8	13	179
	碳 14.....	5 ^c	13 ^c	187
	合 計	40	76	
骨面襯蓋細胞	外源, 短命核素 ^b	11	21	163
	銻 137.....	16	29	165
	內源, 銻 90.....	67	174	173
	銻 137 ^b	14	13	179
	碳 14.....	8 ^c	20 ^c	187
	銻 89.....	0.15	0.30	176
	合 計	116	257	
骨髓	外源, 短命核素 ^b	11	21	163
	銻 137.....	16	29	165
	內源, 銻 90.....	33	87	174
	銻 137 ^b	10	13	179
	碳 14.....	5 ^c	13 ^c	187
	銻 89.....	0.07	0.15	176
	合 計	75	163	

^a 一九六二年報告書內此等劑量係以毫人當倫計。本報告書內此等劑量則概以毫雷計，解釋見附件 A 第一九一段。

^b 計算短命核素及內源銻 137 所生劑量負擔所用的根據本報告書 (附件 A, 第一六二段及第一七八段) 與一九六二年報告書稍有不同。

^c 碳 14 的劑量負擔似宜祇存積至公元二〇〇〇年止的劑量為限。屆時其他核素所引起的劑量根本業已全部投送。舉行試驗迄一九六〇年底為止的所產生的碳 14，對性腺、骨面襯蓋細胞及骨髓所致總共劑量負擔分別為 48、80 及 48 毫雷。舉行試驗至一九六二年底止所產生的碳 14，對性腺、骨面襯蓋細胞及骨髓所致的劑量負擔，分別為 180、290 及 180 毫雷。

一四、本報告書內劑量負擔係以雷計。⁷就原核爆炸所產生的輻射而言此處所用的雷與一九六二年報告書下過定義的人當倫⁸數字是相等。本報告書內，天然輻射所生的劑量，亦以雷計，所以在較一九六二年報告書以人當倫計者數字上稍小。天然輻射對性腺、骨面襯蓋細胞及骨髓所生的劑量若以雷計則分別為每年99、96及95毫雷。

一五、比較危險的估計值，可用天然輻射源所產生的劑量為標準。此種比較的一項基本困難，在必須隨意取一時期，以求天然輻射劑量的積分。就原則言，下列數項方法均屬可能：

(一) 劑量負擔可以取某一與此劑量負擔一大部分投送期間相等時所投送的天然輻射劑量加以比較。將來原核試驗所引起的曝露可能與此一期間的曝露互相重疊，就此一點言，上述的一種比較可能引起錯誤。

⁷ 雷為吸收劑量的單位；A/5216，第二章，第二三段。

⁸ A/5216，第二章，第二六段；最近人當倫又經國際放射單位及量度問題委員會下一新定義。

(二) 依一九六二年報告書的辦法⁹劑量許諾可能與試驗時期內投送天然輻射劑量比較，理由是：這時期發生的劑量負擔，乃屬重要，無論輻射來源為何均屬有關係的。可是因為這時期不易確定，此項比較也不能認為滿意。

(三) 劑量負擔(毫雷)與天然輻射所生每年劑量率(毫雷年)直接比較，是難以言之成理的。

(四) 另一方法，亦經一九六二年報告書採用¹⁰本報告書現仍採用，乃是在表示劑量負擔的時期內天然輻射如果增加一倍則所產生的劑量等於此劑量負擔。

一六、就一九六三年一月以前舉行的一切試驗言，上述時期在性腺約為九個月，在骨面襯蓋細胞約為三十二個月，在骨髓約為二十個月。此等時期不可與一九六二年報告書所舉的時期直接比較，因為此等時期僅計及人造碳14所生劑量負擔中至公元二〇〇〇年為止所投送的部分。其次，一九六二年報告書所舉的時期就一九五四年至一九六一年時期中的試驗而言對一九六一年的試驗情形係依據某項假定計算。

⁹ A/5216，第六章。

¹⁰ A/5216，第六章，第十七段。

第叁章

輻射在人體內的生癌作用

一、一九五八年及一九六二年報告書所討論重要問題中，有一項是獲取關於輻射在天然來源及原核試驗所生降落等所生一類劑量及劑量率之下所導致的若干影響的絕對危險估計值。一九五八年報告書內絕對危險估計值以某種影響由單位劑量所生的預期頻率來表示這是暫定性質，大部分屬於假想性質；在許多情形之下，是把高劑量和高劑量率之下觀察的結果，應用於低劑量和低劑量率，應用於不同的曝露條件，所涉假定，是難以言之成理的。因此之故，委員會一九六二年報告書僅從事於估計相對危險。委員會重新檢討關於輻射在人體內引致癌症的現有資料以後，覺得此種辦法並無變動之可能。

二、可是一九六二年以來公佈的數據，令委員會相信現有可能僅就數種人體組織，大抵在高劑量距內作若干危險的估計(B20)¹¹（舉例言之，以每一百萬已曝露的個人每雷每年病發生數來表示）而在觀察的劑量距內，在一定照射條件之下，此等估計值殊屬準確。再者尤其是如果在所研究的劑量差距內，影響的頻率隨劑量上升而迅速增加，極低劑量下每單位劑量的危險，比較高劑量下的此項危險，既大致不致稍大，也不會遠為較小。因此，所估計的每單位劑量的危險，在多數情形之下，對於極低劑量下之影響乃是代表上限(B18, 19)。

三、有一項研究在廣島長崎兩地原子爆炸劫後餘生的人中取樣，並按所受劑量的估計分組；就此人羣中白血病發生數遞增視為劑量函數所作的分析提出此項研究而有一種新可能性。估計是依震心距離和對輻射防護程度來作的(B25-30)。此等劑量估計值的準確程度殊難評定，因為此等數值很可能受了若干系統誤差的影響，特別是由於我們對於爆炸時所產生的中子及 γ 射線之相對重要的知識尚很有限。不過，此等劑量估計值的誤差因數決不致大於二或三。

四、取此種劑量估計值之表面價值，則自一九五〇年至一九五八年九年期間所測定的輻射誘致的白血病平均每年發生數，在劑量自100雷至900雷左右差距內，大約與劑量成比例。隨劑量的增加率為每百萬曝露的個人每雷每年一起至二起(B30)。劫後餘生人羣中，此項白血病增加的發生數將持續時間多久，尚不知悉。現有若干跡象，此項增高數，在一九六〇年代已稍減低。

五、此項絕對危險估計值，應用於一般人口，必須謹慎。劫後餘生人羣，經照射的致命影響加以嚴格甄別，就感受輻射的生癌作用言，不一定可以代表受照射的人羣。

六、從原子彈劫後餘生人羣所得的估計值，在300至1,500雷之間與另一對一羣病人因關節強硬脊椎炎受照射治療所作完全不同的調查所得的估計值相符合(B40-55)。後一調查的劑量是分次投施的所知較為準確，但所觀察的白血病數甚小。此外，增高的白血病發生數，多少是由於病人受治療的病症本身而起，又有多少是由於病人受照射的其他治療方法而起，這些都無法知道。所以，僅從這項調查所得的估計值，只能適用於脊椎炎病人。

七、一九六二年報告書略述兒童在子宮內受照射後發生惡性癌的數據。此等數據當時認為尚有爭辯餘地。較新報告業已證實子宮內受照射（診斷照射，有時重複）的兒童羣中確有較高的惡性癌症——包括白血病在內——發生數(B62-73)。精確的劑量估計尚付闕如，但有理由可以相信此項劑量僅在數雷左右。根據這項假定所作的危險估計，可以看出在子宮內受照射兒童每單位劑量罹白血病的危險可能比較成年人高出數倍(B72)。由這些調查可以得出下開重要建議：在若干條件下，縱屬數雷的低輻射劑量也可引致惡性癌症。與關節強硬脊椎炎情形相同是受照射的兒童的抽樣有並不能代表全部兒童人口的可能(B73)。

¹¹ 本報告書內，引述附件時，均以英文字母附數字表示之，例如B20，指附件B第二〇段。

八、一九六二年報告書還討論過廣島癌症登記所遞來的關於震心距離與癌症總發生數間關係的數據。委員會現已檢討廣島遞來的進一步數據，及長崎癌症登記所遞來的數據。這些數據仍示發生數隨震心距離減少，但此項關係，現在不及已往報告書所推演者之明確，不足幫助作量的分析。最近另有一項對劫後餘生的日本人所作的研究，以有限制但規定較確的人口抽樣為根據，可以看出白血病死亡率確有增加，但是關於受照射後五年至十四年期間輻射對於其他任何原因的死亡率所生的影響則未提出明確證據，不過據若干跡象，其他惡性癌症的發生數亦有增加(B175-180)。

九、委員會業已檢討關於兒童時期甲狀腺區域因治療而受照射後發生甲狀腺癌現象的最近調查(B105-119)。此種照射常是分次施行的。與所有治療照射相同，孰為照射的影響，孰為所以需要照射的病症的影響，實難分辨。甲狀腺所受輻射劑量的估計並不十分準確，但其準確度足以使人就劑量與甲狀腺癌發生數之間關係作若干結論。

一〇、與白血病相同，甲狀腺癌發生數在 100 雷至 300 雷之間，大約與劑量成正比，並就接受照射後十六年左右時期平均言，所推危險估計值約為每百萬受曝露的個人每雷每年一起(B117)。但是危險期間可能稍長。另據報導在原子爆炸劫後餘生的成年人中，甲狀腺癌發生數較高(B90-100)。此項發生數與震心距離有關，但現有資料尚不足據以作危險的定量估計。

一一、委員會業已檢討下列其他惡性癌症危險估計有關的證據，計開：受鐳沾染的人中的骨瘤(B130-

145)，因診斷服食鈷化合物的人中的肝瘤(B146-151)，因外源照射而起的皮膚癌(B126-129)，曝露於放射塵的鑛工中的肺瘤(B152-174)。由於抽樣及劑量測定有缺點，由於潛服期較長，由於引致機會可能較低，以致根據現有資料所作的定量估計殊不可靠。可是委員會認為假以時日，可能會搜集到足夠的資料作某些癌症——除白血病及甲狀腺瘤外——的切實危險估計；又認為凡以紀錄人體內任何某種惡性癌症在劑量與觀察發生數間具意義的定量關係的研究，皆應予以大力鼓勵與支持。

一二、可是這種估計並非對於所有人體組織、甚至對於多數組織可以預料得到的。就決定輻射誘致的惡性癌症病的總危險言，唯一最適用的數據，乃是從全身曝露及龐大劑量如廣島長崎兩處所得的數據。所以此等研究必須繼續進行，乃極重要。在這些人口曝露以後，就各種可能業已發生的惡性癌症而論，時間仍然不夠，不過據目前數據，白血病很可能是所起惡性癌症中最顯著的一種；所有惡性癌症的總危險，超過上文所舉白血病的總危險值大致不會達一大因數(B179, 180)。

一三、最重要者，應該探討在受曝露的人羣內從事重要研究之可能，勿使良機坐失，並應速即在流行病學妥善技術可以適用時從事此種研究不遺餘力。另一方面，此種數據對於估計極低劑量影響的用處，端視吾人了解生癌作用之基本機構、輻射影響的型式及輻射與環境內其他生癌物質之交互作用諸問題的進展如何而定。

附 件

附件 A

核試驗造成的環境放射沾染

目 次

	段 次		段 次
導言.....	一	食物內銻137水準.....	一一七至一一九
壹. 人造放射核質在地面大氣中的運動.....	二至三〇	銻在人體內的代謝作用.....	一二〇至一二二
放射氣溶膠體.....	三至六	人體內觀測水準.....	一二三至一二九
大氣中的傳送.....	七至二六	降落及飲食內銻137與人	
平流層內的運動.....	一〇至二〇	體內含量的關係.....	一三〇至一三五
對流層內的運動.....	二一至二六	碘131.....	一三六至一四六
沉積機構.....	二七至三〇	食物內碘131.....	一三六至一四〇
貳. 人造放射核質的存量及沉積		人體甲狀腺內碘131.....	一四一至一四六
銻90.....	三一至七七	肆. 環境沾染及內源沾染所生的	
大氣.....	三一至三四	劑量.....	一四七至一九五
降水中及土壤中之測量.....	三二至三四	降落分佈及人口分佈的計及	一四七至一五五
江河及湖泊.....	三五至五〇	外源劑量.....	一五六至一六五
海洋.....	四二至四三	測量空氣中劑量率.....	一五六至一五七
銻137.....	四四至五〇	短命對裂產物.....	一五八至一六三
銻85.....	五一至五四	銻137.....	一六四至一六五
短命對裂產物.....	五五	內源劑量.....	一六六至一八八
銻89.....	五六至五九	銻90.....	一六六至一七四
其他短命對裂產物.....	五六至五八	銻89 及 銻140.....	一七五至一七七
碳14.....	五九	銻137.....	一七八至一八〇
存量.....	六〇至七一	碘131.....	一八一至一八三
碳14的環流.....	六〇至六六	呼吸道及腸胃道內的放射	
碳14的將來水準.....	六七至六八	核質.....	一八四至一八五
其他人造放射核質.....	六九至七一	碳14.....	一八六至一八八
參. 食物及人體組織的沾染.....	七二至七七	伍. 摘要.....	一八九至一九五
銻90 及 銻89.....	七八至一四六		
銻137.....	七八至一一〇		
食物鏈機構.....	一一一至一三五		
	一一一至一一六		
		表.....	頁次
		參考文獻.....	51
			77

導 言

一、本附件的目的在審核委員會向大會提出一九六二年報告書^a以後所收到的關於核爆炸所生環境放射沾染的資料,^{1, b}並求人羣因環境沾染所受輻射量的訂正估計。有須加增改者,是由於自一九六二年報告書通過以後,環境更遭沾染;不過自大氣中試驗於一九六二年十二月停止以後,短命核素所產生的放射程度業在一九六三年整年中大大減低。此外,關於放射物質從產生至轉移至人類環境內過程所涉機構的知識所獲進步,值得注意。關於環境沾染問題中自一九六二年報告書公佈以後並無多少新進展的許多其他方面,請讀者參閱一九六二年報告書附件F。

壹. 人造放射核素在地面大氣中的運動

二、這一九六二年底為止,核爆炸所生一切對裂產物的大部分都已放出而進入平流層內。要估計未來沉積率,必須知道平流層內此項對裂產物的存量以及它們墜落於地的機構。自一九六二年報告書以來,關於殘屑在大氣中的運動,已有大量的新數據報告。因此,此項過程的主要特點尤宜加以檢討,特別着重於最近的新發展。

放射氣溶膠體

三、核爆炸發生後,火球內所含對裂產物起初係以蒸汽形態存在。此項熱雲冉冉上升膨脹,在過程中逐漸因輻射熱損失、絕熱冷卻及與較冷空氣混合三項作用而漸冷,使對裂產物凝結形成一種微粒的氣溶膠體。既然一九六一年及一九六二年兩年中注入的對裂產物大多數係由威力高的爆炸產生,於是所形成的對裂產物殘屑的較大部分都送入平流層內。²

四、對裂產物殘屑為在當地降落、對流層降落及平流層降落三者所瓜分的情形已由一九六二年報告書加以討論。一九六一年及一九六二年所生放射殘屑的大多數都注入平流層;此種殘屑,連同以往試驗注入平流層的殘屑,乃是以後全球所受沾染的主要來源。當地降落祇有在試驗場附近方纔重要;對流層降落則在試驗舉行後一個月左右沉積於地。

^a 大會正式紀錄,第十七屆會,補編第十六號(A/5216);以後簡稱“一九六二年報告書”。

^b 上標數字即右上角數字,指本附件末所列參考文獻內編號。

五、核試驗所造成的放射,可能屬於氣體形態,亦可能屬於微粒形態。在大氣高層約一百公里以上之處,連極小的微粒卻也具有很大的下降速度。^{3, 4} 另一方面在高海拔之處,氣體物質比質粒所受的分子擴散率較大。在對流層下層,質粒在降水之時迅速被排除。在舉行試驗以後不久,曾觀察到在地平面空氣中以及降落內有含高放射的質點。^{29, 35} 但是據核試驗停止以後多月在平流層海拔二十公里以下之處所作的大多數測量,大多數的放射質點的大小都在微米以下,於其下降速度微不足道。⁵ 質點與同氣體不同,可能因碰撞而被排除,亦可能於與其他氣溶膠體凝結後發生因沉降而被排除。

六、根據其他研究工作所獲結果從平流層蒐集的樣品,其放射與其硫酸鹽含量二者間有相關的關係。⁶ 這指出有凝結作用,或者是硫酸鹽聚於放射質點故大小增加。斯多利波氏(Storebø)曾根據理論,探討核雲上升時質點大小的增加;他發現最後達到的大小,可使地心引落的作用,比較空氣交換所造成的運動,居於相當的重要地位。⁸ 據測量所得的平流層內質點大小分佈,大部分殘屑在此等海拔高度的傳送主要是靠空氣運動。可是在對流層下層,倘若質點因附聚作用而大小頗有增加,則氣溶膠體微粒霧的沉落率可能大大增加。

大氣中的傳送

七、要了解放射殘屑在大氣中的運動,必須徹底瞭解地球大氣的一般環流。這項知識,乃是想要推測由於殘屑在不同緯度海拔高度及時間注入平流層所生未來降落的空間及時間分佈所必需的。現時我們對平流層內——特別是在平流層高層內——空氣運動的若干問題,尚不完全明瞭。然而此項運動的若干基本特點業已確立。

八、大氣環流的一項顯著特徵是在中緯度海拔高約十公里之處有西向噴注流系(圖一)。這些區域內的空氣速度通常達每小時一百至三百公里。在中緯度及較高緯度,空氣是每一星期左右環繞地球一匝,在熱帶區域,則需一至二個月環繞地球一匝。⁷ 在平流層內,這些時間若與子午線方向及豎直方向的傳送時間比較仍屬短促,故可認為放射殘屑在各區間混合甚勻,以致試驗舉行後數個月,已沿緯度圈分佈均勻。⁷ 在對流層內豎直運動迅速,但是在平流層低層這些豎直運動遠為較小,於是豎直傳送也就遠為較小。^{7, 8}