

放射性物質等の危險性에 따른 消防安全 對策

李 仁 植* 具 本 貫**
崔 哲 泳*** 柳 寅 澤****
安 乘 潤*****

第1章 序論

第1節 研究의 目的

21세기의 여명을 目前에 두고 있는 우리 消防人은 새로운 希望과 기대를 가지고 時代에 副應하는 科學消防行政具現을 위한 挑戰을 꾸준히 준비하고 있다. 激變하는 세계속에 현대 과학문명의 정수인 原子力의 利用은 1960년대초의 미미했던 것에 비하면 工業, 醫學, 農學等 우리 일상생활의 거의 모든 분야에 걸쳐 수백배의 質과 量的인 成長을 보여 활발하게 이용되고 있다.

「韓國 放射線 同位元素 協會」에 따르면 최근 放射性 物質을 사용하는 產業關係 및 醫療機關, 研究機關이 해마다 急增하고 있어 89년 한해동안 사용된 放射性 物質量은 무려 25만 5천큐리(Ci : 1큐리는 1초동안에 3백70억개의 방사성 원자가 붕괴되는 것을 뜻함)가 收入 또는 國內 生産되었으며, 이에 따른 金額은 41억여원에 이른다.

放射性 物質을 이용하는 기관도 88년도 701개소에서 89년도에는 760개 기관으로 急增하고 있다.

현재 국내에서 사용중인 放射性物質의 種類는 40여가지로 工產品의 品質檢査는 勿論 종이, 鐵板

等の 密度測定과 夜光標識 및 農業, 醫療用 등으로 다양하게 사용되고 있다.

그러나 放射性物質은 安全한가?

지난 1945년 8월 일본의 히로시마와 나가사키에 떨어진 原子爆彈은 불과 5톤(실제로 사용된 핵물질은 50kg이었음)으로 두 都市를 불바다로 만들었고 36만5천여명의 死亡者를 냈던 세기적인 破壞力은 45년이 흐른 지금까지도 그 放射能에 汚染된 原子病 患者들이 不治의 苦痛속에 죽어가고 있는 실정이다.

또한, 美國 트리마일섬의 原電이나 蘇聯 체르노빌 原電의 핵폭발사고는 放射性物質에 의한 危險性을 실증한 설마가 일으킨 大型事故들이다. 그렇기에 放射能 物質을 이용할 때에는 조심에 조심을 더하여야 할 것이나, 우리는 지금까지 放射能의 危險性에 대하여 무관심해 왔다. 지금까지 靚찮았다고 앞으로도 靚찮을 것이라는 무책임한 思考는 위험천만한 惡이다.

이제 우리는 大望의 2000년대를 향한 거대한 科學技術政策에 상응하는 消防對策을 樹立 施行함으로써 소방수요에 따른 공급을 창출해 나가야 하겠다.

이러한 관점에서 本 研究는 放射性 物質의 危險性 및 事故事例와 放射性 障害 등의 발생이유를 檢査 分析하여 放射性 物質 等を 使用, 取扱, 保管하고 있는 장소의 消防安定對策을 講究하고 放射線의 漏出로부터 隣近 住民은 勿論 鎮壓消防官을 保護하는데 기본적인 목적이 있다.

* 서울 消防學校 學校長
** 서울 消防學校 教學課長
*** 서울 消防學校 教授係長
**** 서울 消防學校 教官
***** 서울 消防學校 教官

第2節 研究의 方法

가. 본 연구는 信賴性과 妥當性을 최대한 確保하기 위하여 이미 지난 89년 10월부터 「韓國放射性同位元素協會」의 協助를 얻어 放射性同位元素 利用機關을 對象別로 醫療機關(原子力病院) 教育 및 研究機關(서울産業大學), 産業機關(韓國動力資源研究所) 등을 1개소씩 選定하여 放射性 管理狀態를 수시로 現地調査하였다.

나. 安全管理 부분은 「韓國非破壞檢査協會」의 “放射線 安全管理” 教育內容과 日本 「東京消防廳」의 “放射性 物質의 安全”에 관한 諸法令 등 外國의 各種 文獻을 參考하였다.

다. 또한 事故事例와 各種 法令 및 統計資料는 「韓國 放射能協會」 및 「科學技術處 放射線課」에서 제공된 資料를 參照하였다.

라. 본 연구는 날로 急增하고 있는 原子力 利用에 對備하여 放射性物質에 대한 問題를 제기하고 基礎理論을 전개하여 消防安全에 관한 對策을 講究할 수 있도록 放射性 物質에 관한 危險性과 이에 따른 改善方案에 그 範圍를 두고 各種 資料를 比較分析하여 최대한 現實性에 接近토록 完成하였다.

第2章 現況 및 實態

第1節 一般現況

지금까지 막연한 두려움과 철저한 統制속에서 國民들의 意思와는 관계없이 放射性物質의 使用量은 매년 增加趨勢를 보이고 있다.

가. 原電施設-현재 에너지 供給安定에 큰 기여를 하고 있는 原子力 發電比率는 78년 原電 첫해에는 우리나라 全體 發電施設容量의 7.4%에서 84년 44.8%, 88년에는 56.3%로 急成長하여 현재 國內에서 稼動中인 原電은 8기(총시설용량 6백66만 6천 Kw)이지만 現在 完工段階에 있는것까지 합하면 原子力發電 比率는 60%로서 國內 에너지의 主종으로 자리를 굳혀가고 있다. 현재 세계에서 運用中에 있는 原子力發電所는 400여개이며, 건설중인 것이 140여개나 되고 있으며, 프랑스는 全體

發電量의 70%를 차지하고 있어 세계 제일이며, 우리나라가 제2위의 原子力 發電國으로 浮上하고 있다.

나. 放射性 同位元素-일상생활에서 尖端科學 分野까지 그 利用分野가 無窮無盡한 放射性 同位元素는 이미 國內에서도 韓國原子力研究所(트리 가마크 3원자로)에서 生産하고 있으며, 浦項工大에서 原子力을 平和的으로 이용하기 위한 尖端의 加速器를 建設하고 있다.

1) 放射性 同位元素 等の 利用機關 現況

우리나라의 放射性 同位元素 等の 利用機關 現況은 다음과 같다.

표1. 利用機關現況 88.12.31現在

種類	放射線 同位元素	Gas Chroma tography	放射線 發生裝置	機械數	計
産 一般産業體	188 (24)	72	156 (19)	357 (34)	416
業 非破壞專業體	10	-	10	10	20
機 販賣專業體	16	-	-	16	16
關 小 計	214 (24)	72	166 (19)	383 (34)	452
醫 療 機 關	88	-	22	88	110
教 育 及 研 究 機 關	48	5	86	123	139
計	350	77	274	594	701

()내의 숫자는 公共機關으로서 一般産業體에 포함.

2) 放射性 同位元素 等の 地域別 利用機關 分布 現況 우리나라 地域別 利用機關 分布現況은 다음과 같다.

표2. 地域別 利用機關 分布現況

使用機關 地 域 別	放射性同位元素	發生裝置	販賣專業機關	其他
서 울	102	61	14	49
京 畿	57	40		11
慶 南	41	41		2
釜 山	17	16		4
慶 北	18	18	1	1
全 南	26	16		
忠 南	22	24	1	
全 北	8	5		
忠 北	10	10		
仁 川	11	24		5

大邱	12	12		5
江原	8	7		
濟州	2			

3) 放射性同位元素의 生産 및 收入現況

放射性同位元素의 生産 및 收入現況은 다음과 같다.

표3. 生産 및 輸入現況

88.12.31 現在

區分	數 量(Ci)	金 額	數量對比比率
生産	907.285	307,335,600원	0.79%
收入	114,212.756	3,932,409,527원	99.12%
其他	109.805		0.09%
計	115,229.845	4,239,745,127원	100%

注: 其他는 無換 搬入品임.

外換率 適用

貨幣單位	換 率(원)			
	1~3월	4~6월	7~9월	10~12월
\$	795.1	746.6	731.6	721.4
£	1,449.89	1,406.18	1,254.30	1,227.61
SFR	626.41	546.13	484.44	456.14
SKR	137.98	127.32	117.02	112.98
¥	6.56	5.99	5.51	5.39
FFR	149.3	132.93	119.15	113.82
DM	506.25	450.73	401.98	387.48
C	612.19	706.32	602.01	596.41

4) 利用分野別 生産 및 輸入現況

利用分野別 生産 및 輸入現況은 다음과 같다.

표4. 利用機關別 生産 및 輸入現況

分野	生 産		輸 入		無換搬入品 數量(Ci)	計
	數量(Ci)	金額	數量(Ci)	金額		
産業機關	488.06 (0.5%)	22,611,600	94,441.2 (99.4%)	986,098,143	101.981 (0.1%)	95,031.24
醫療機關	413.06 (2%)	271,256,300	19,767.3 (97.9%)	2,176,673,985	7,014 (0.1%)	20,187.37
教育 및 研究機關	6,163 (55.5%)	13,467,700	4,134 (37.2%)	229,637,397	0,810 (7.3%)	11.1
計	907.285 Ci	307,335,600 Ci	114,212.7 Ci	3,932,409,527 Ci	109,805 Ci	115,229.8 Ci

5) 放射性 同位元素 및 放射性 發生裝置의 利用形態別 現況

放射性 同位元素 및 放射性 發生裝置의 利用形態別 現況은 다음과 같다.

표5. 利用形態別 現況

利用形態	개	밀	발	개·밀 (US)	개·발 (US)	밀·발 (S)	개·발·밀 (US)	계		
								개	밀	발
産業機關	16	184 (68)	102	5		51 (5)		21	240	153
醫療機關	59	5		18	3	12	17	97	52	32
教育·研究機關	21	18	30	3	2	2	3	29	28	37
計	96	207 (72)	132	26	5	65 (5)	65	20	147	228

注: 1. ()內的 숫자는 GAS Chromatography 使用機關임.

2. 販賣業專門機關은 包含되지 않음.

凡例: 개(US): 개봉선원

밀(S): 밀봉선원

발(G): 放射線發生裝置

6) 放射性 同位元素 및 放射線 發生裝置의 用途別 利用機關現況

放射性 同位元素 및 放射線 發生裝置의 用途別 利用機關 現況은 다음과 같다.

표6. 用途別 利用機關 現況

區分 機關別 用途別	放射性同位元素				放射線發生裝置				總 計
	醫療	産業	教育 및 研究	小計	醫療	産業	教育 및 研究	小計	
治療	19				22				41
診 斷	88			88					88
教育 및 研究		5	43	48			58	58	106
補 正	5	4	9			1	1	10	
非破壞檢査		27	1	28		107	7	114	142
硫黃分析		2		2					2
性分析		7	1	8		40	5	45	53
早測測定		23		23					23
液面測定		72		72					72
煙氣減知器		6		6					6
早測測定		4	1	5		5		5	10
早測測定		27		27		5		5	10

- 7) 放射線 同位元素 等を 使用하는 地域別 醫療機關 現況
 放射性 同位元素 等を 使用하는 地域別 醫療機關 現況은 다음과 같다.

표7. 地域別 醫療機關 現況

區分 地域	放射性同位元素利用病院		X-Ray 利用病院	計	總病院數
	診斷	診療			
서울	43	11(2)	9	63	43(2)
釜山	8	2	2	12	8
대구	5	1	4	10	5
인천	4	1	1	6	4
경북	6			6	6
강원	2			2	2
충북	1			1	1
충남	5		2	7	5
충북	2	1		3	2
충남	3	1	1	5	3
전북	3	1	2	6	3
전남	5	1	1	7	5
제주	1				1
計	88	19(2)	22	129	88(2)

* () 내는 眼科病院으로서 Sr-90 利用機關임.

第2節 關係法令

가. 原子力法(法律第483號, 制定 58. 3.11 改正 10回)

原子力의 研究, 開發, 生産, 利用과 이에 따른 安全管理에 關한 事項 및 放射線에 依한 災害의 防止와 公共의 安全을 圖謀키 爲한 事項을 定함.

나. 原子力法 施行令(大統領令 第10927號 制定 82. 9.30)

原子力法에서 委任된 事項과 그 施行에 必要한 事項을 定함.

다. 原子力法 施行規則(總理令 第275號 制定 85. 4.13)

原子力法 및 同法 施行令에서 委任된 事項과 그 施行에 關하여 必要한 事項을 定함.

라. 原子力 損害賠償法(法律 第2094號 制定 69. 1.24)

原子爐의 運轉 등으로 因하여 原子力 損害가 發生한 境遇의 損害賠償에 關한 事項을 規定함으로

서 被害者를 保護하고 原子力事業의 健全한 發展에 寄與키 爲한 事項을 定함.

마. 原子力 損害賠償法 施行令(大統領令 第5396號, 70.12. 3)

原子力 損害賠償法의 規定에 依한 損害賠償에 關하여 必要한 事項을 規定함.

바. 原子力 損害賠償 補償 契約에 關한 法律(法律 第2764號, 75. 4. 7)

原子力 損害賠償法 第9條의 規定에 依한 原子力 損害賠償 契約에 關한 事項을 規定함.

사. 原子力 損害賠償 補償契約에 關한 法律施行令(大統領令 第7755號 75. 2.22)

原子力 損害賠償 補償契約에 關한 法律의 施行에 關하여 必要한 事項을 規定함.

아. 發電所 周邊地域 支援에 關한 法律(法律 第4184號, 89. 6.16) 發電所 周邊地域에 對한 支援事業을 效率의으로 推進함으로서 田園開發을 促進하고 發電所의 圓滑한 運營을 圖謀키 爲한 事項을 規定함.

자. 科學技術處 告示

1) 放射線量 等に 關한 規定(第84-2號: 84. 29)-原子力法 施行令의 施行을 爲하여 必要한 放射線量等에 關하여 規定함으로서 放射性 同位元素等의 取扱에 安全을 期하기 爲한 事項을 規定함.

2) 放射性 物質等의 包裝 및 運搬에 關한 規定(第85-8號, 85. 7.23)

原子力 施行令中 放射性 物質等의 包裝 및 運搬에 關한 規定의 施行을 爲하여 必要한 事項을 規定함.

3) 原子力 關係 免許試驗 施行에 따른 經歷(教育訓練 包含) 및 算出方法 等に 關한 告示(第89-6號, 89.10.17)-原子力 施行令 第288條 第1項의 規定에 依한 應試資格證, 經歷(教育訓練 包含)의 內容 및 算出方法 令 第298號의 規定에 免許의 效力에 關한 事項을 規定함.

4) 放射性 同位元素等의 取扱에 關한 教育訓練(第90-1號, 89. 2. 9)

原子力法 第27條 第2項 및 同法 施行令 第202條 第2項 第2號의 規定에 依한 放射性 同位元素等의 取扱에 關한 教育訓練의 教育訓練機關 課

程 및 訓練資格에 關하여 規定함.

第3節 消防安全管理

가. 서울特別市 火災豫防條例 第41條에는

○核燃料, 가스등의 貯藏 또는 取扱의 申告-核燃料物質 放射性 同位元素, 壓縮에세칠렌가스, 液化가스, 毒物, 기타 消防活動에 重大한 支障을 加할 物質로서 消防本部長 또는 消防署長이 指定하는 것을 貯藏 또는 取扱하고자 하는者는 미리 그 趣旨를 消防本部長 또는 消防署長에게 신고해야 한다.

○罰則-申告를 怠慢히 한자는 1萬원 以下の 罰金, 拘留 또는 科料에 處한다.(條例 第1457號. 80. 8.30 改正)

라고 規定되어 있으나 現實態는 消防活動에 重大한 支障을 加할 物質을 消防本部長 또는 消防署長이 指定해 놓은 것은 一切없는 實情이다.

나. 原子力法 第49, 70, 81條에는

核燃料週期事業者, 放射性 同位元素 使用者, 廢業者는 大統領令이 定하는 바에 따라 安全管理 規定을 定하여 事業 開始 前에 科學技術處 長官의 承認을 얻어야 한다(法律 第3850號. 86. 5.12 改定)

라고 規定되어 있다. 이에 따라 原子法 施行令 第153, 201條에 의거한 科學技術處의 安全管理 規定 作成(委), 第19條(危險時의 措置等)에서는 原子力의 關係施設에 火災가 發生하거나 이에 의한 延燒의 憂慮가 있는 경우에는 “「韓國에너지研究所」附設 原子力 安全센터소장 및 관할 소방서장에게 즉시 신고한다.”

라고 規定하고 있으나 이에 關聯된 消防官署의 豫防·鎮壓 및 消防官 安全確保 對策은 全無한 狀態이다.

第3章 放射性 物質等에 對한 理論的 考察

여기서 우리가 論議할 問題들을 理解하기 爲하여 반드시 알아야 할 放射性 物質의 特性과 放射

線이 우리 人體에 미치는 障礙等を 우선 簡單히 要約하고자 한다.

第1節 概念

原子力의 利用은 原子核이 가지고 있는 에너지를 利用하는 것으로 2種類가 있다.

그 하나는 核分裂로서 우라늄(^{238}U 92) 등의 무거운 原子核이 2個의 原子核으로 分裂할때 放出하는 에너지이고.

또다른 하나는 核融合으로서 중수소(^2H) 등 가벼운 原子核으로 結合할 때 放出되는 에너지이다.

그러나 이 2種類中 核融合에 의한 에너지의 移用은 오늘까지 어떠한 試圖도 成功하지 못하고 研究段階에 있고 우리가 利用하고 있는 原子力은 모두 核分裂에서 얻어지는 利用하는 것이다.

核分裂에 의한 原子力의 利用은 熱의 利用과 放射線의 利用, 이 두가지로 크게 分類할 수 있다.

가. 熱의 利用-우라늄(^{235}U) 1g이 核分裂 反應을 하면서 내는 에너지는 石炭 3톤이 가지고 있는 에너지와 같고 石油은 2톤 가지고 있는 힘과 같다.

결국 우라늄은 石炭의 300萬倍 石油의 200萬倍의 熱을 낼 수 있기 때문에 原子力이 얼마나 큰 힘을 가지고 있는가를 알 수 있다.

이러한 核分裂 反應 熱을 利用하여 터빈을 돌리면 發電機에 의해 電氣를 만들수 있고, 배(船)를 움직일 수 있으며, 軍事的 武器로도 利用할 수 있다. 이것이 原子力發電이고 原子力船이며 核武器이다.

나. 放射線의 利用-原子核은 壓力, 溫度 化學的 處理等 外部에서 加해지는 條件에 依해서 다른 種類의 原子核으로 變化하는 過程에서 放射線을 放出한다. 또한 外部에서 加해지는 條件없이 스스로 放射線을 放出하여 다른 種類의 原子核으로 變化하는 것도 있는데 이것을 放射線 同位元素라고 한다.

이러한 放射線은 우리몸 구석구석에 숨어있어 각종 疾病을 찾아내거나 이를 治療하는데 갑지게 利用되기도 하고 큰 膿이나 建物을 解體하지 않고

도 缺陷與否를 속속들이 알아내기도 하며 生命 現狀이나 物質의 構造를 파헤쳐 그 基本立子를 찾아 내기 등 基礎 科學分野에 서로 쓰이지 않는 곳의 缺의 缺을 程度이다.

第2節 放射性 物質 등의 基礎理論

우리 人類는 太古의부터 放射線이 存在하는 環境속에서 生存하면서 살아왔으나 人類 最初로 放射線이나 放射能의 存在를 알게된 것은 1985년에 윈크겐이 X-선을, 1986년에 베크렐이 우라늄으로부터 放射線을 發見하면서 부터이다.

우리가 쉽게 放射線을 理解하기 힘든것은 放射線은 눈으로 보거나, 귀로 들리거나 接觸할 수 있거나, 냄새로 기미를 알 수 있는 것이 아니며 五官으로 感知할 수 없기 때문일 것이다.

가. 原子의 構造

모든 物質은 原子의 集合으로 이루어져 있다.

原子의 中心에는 +電氣를 갖는 原子核이 있고, 그 周圍를 돌고 있는 -電氣를 가진 몇개의 原子가 正해진 軌道를 돌고 있다.

原子核의 +電氣量과 軌道電子 全體가 갖는 -電氣量이 均衡을 이루어 原子는 通常 電氣의으로 中性狀態에 있다.

原子核의 直徑은 $10^{-5} \sim 10^{-14}m$ 程度이고, 電子軌道의 直徑, 卽 原子의 크기는 $10^{-10}m$ 程度이다. 原子核을 테니스 공의 크기로 比較하면 軌道電子는 原子核으로부터 約 5km程度 떨어진 軌道上을 돌고 있다고 볼 수 있다.

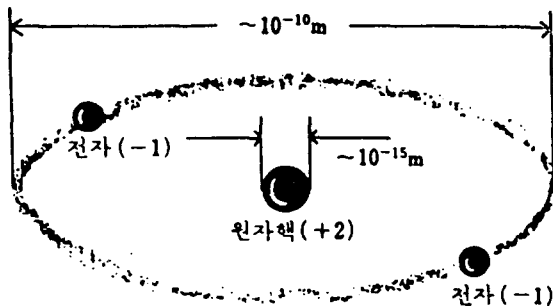


그림1. 헬륨原子의 構造

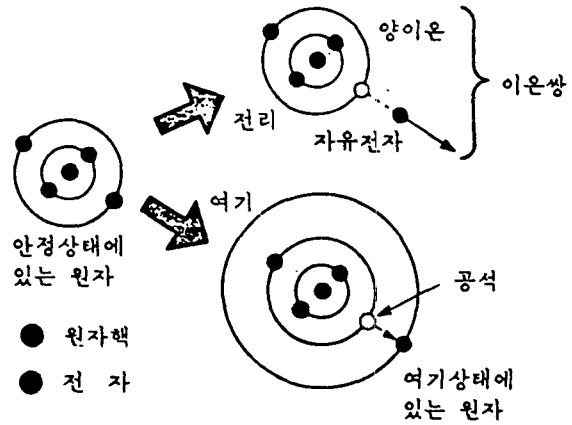


그림2. 原子의 構造

헬륨(He) 原子의 構造 : 1個의 電子가 갖는 電氣量을 電氣素量이라고 부른다. 헬륨의 原子核은 電氣素量의 2倍인 플러스電氣量을 갖고 있으며, 또한 2個의 軌道電子를 가지고 있다.

中性原子가 陽이온과 自由電子로 分離되는 것을 電離라고 한다. 形成된 陽이온과 自由電子의 한 쌍을 이온쌍이라고 한다.

電子軌道에 공석이 생긴 여기 原子는 安定狀態에 있는 電子에 比하여 높은 에너지狀態에 있다.

나. 原子核의 構造

原子核은 2種類의 粒子, 즉 陽子와 中性子로 構成되고 있다. 原子核은 +電氣를 갖는 몇 個의 陽子와 電氣의으로 中性인 몇 個의 中性子로서 構成되어 있다.

陽子の 電氣量은 電子의 電氣量과 같으나 符號가 다르다. 陽子の 質量은 電子質有의 1,840倍이며 中性子の 質量은 陽子の 質量과 거의 같다.

電子는 陽子와 中性子에 比해서 매우 가볍기 때문에 原子의 質量은 原子核의 質量과 거의 같다.

原子의 化學的 性質은 軌道電子의 數(原子核의 陽子數)로서 決定되고 이 數는 즉 原子番號가 되며 元素 記號를 定하게 된다.

가장 간단한 原子核은 水素(H)의 原子核으로 이것은 陽子 1個로 만들어지고 中性子が 없는 것이다.

水素의 아이소토프 : 이들 水素아이소토프의 原子核의 陽子數는 1個로 되어 있다.

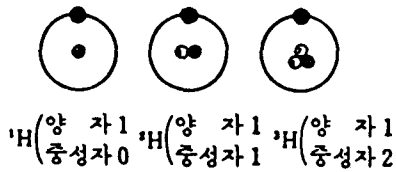


그림3. 水素 同位元素의 構造

다. 同位元素(ISOTOPE)

同位元素는 原子核의 兄弟이다.

原子核의 種類는 陽子의 數와 中性子의 組合에 依해서 이루어진다.

陽子數가 같으면서 中性子數가 다른 原子끼리는 質量이 다르나 같은 化學的 性質을 나타낸다. 卽 같은 元素에 屬하고 이들의 原子끼리는 兄弟와 같은 것으로서 ISOTOPE(同位體 또는 同位元素)라고 부른다.

모든 元素는 대개 몇 個의 同位元素를 가지고 있다.

天然的으로 存在하는 同位元素의 種類는 약 320 個 程度이며, 天然水素(H)에는 3個의 同位元素가 있다. 同位元素를 區別하기 위하여 質量數(陽子와 中性子의 合計)를 元素記號의 왼쪽위에 붙여 쓴다.

水素(H 原子番號1)은 陽子를 1個 갖는 元素로서 ${}^1\text{H}$ ${}^2\text{H}$ ${}^3\text{H}$ 등 3個의 同位元素가 있고 ${}^2\text{H}$ 는 重水素(듀트리움), ${}^3\text{H}$ 는 3 重水素(트리튬)이라고 한다.

가벼운 元素들을 中性子數와 陽子數가 같으나 무거운 元素들은 中性子數가 더 많아지게 된다. 例를 들면 ${}^{16}\text{O}$ 의 原子核은 陽子 8個, 中性子 8個로 되어 있으나 라듐 ${}^{226}\text{Ra}$ (原子番號 88)의 原子核은 陽子 88個와 中性子 138個로 되어 있다.

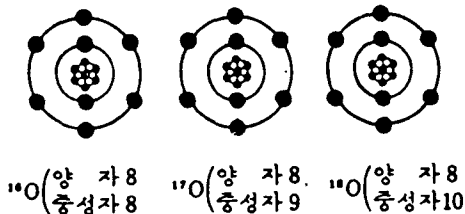


그림4. 酸素 同位元素의 構造

酸素의 同位元素: 위 圖表에서 보는바와 같이 原子核의 陽子는 8個로 되어 있다.

라. 放射性 同位元素(RADIOISOTOPE)와 放射能

放射線을 放出하는 同位元素를 放射性同位元素(RADIOISOTOPE)라고 한다.

原子核이 放射線을 放出하여 다른 種類의 原子核으로 變化하는 性質을 放射能이라 한다.

自然系에 散在되어 있는 放射性同位元素는 우라늄(U), 토륨(Th), 라듐(Ra), 칼륨(${}^{40}\text{K}$) 등 약 70여종이 있다.

한편, 原子爐 또는 加速器를 利用하여 人工的으로 만들어내는 放射性同位元素는 2,000種 以上이 되고 있다.

放射能이란 말은 그 性質의 크기를 表示하는데 고 쓰이고 있다.

單位는 베크(Becquerel, 記號 Bq)과 큐리(Curi, 記號 Ci)가 있다. 베크(Bq)은 崩壞/每抄로 나타낼 때에는 큐리(Ci)를 使用한다. $1\text{Ci}=8.7\times 10^{10}\text{Bq}$ 이다.

마. 放射性 同位元素의 原子集團을 考察하면 原子數는 時間이 經過함에 따라 減少하게 된다. 卽 原子數가 처음의 半이 되는 時間을 半減期라고 한다.

半減期는 放射性 同位元素에 對하여 固有한 것으로서 溫度, 壓力같은 外界의 影響을 받지 않으며, 數 億年 以上の 긴것으로부터 10萬分의 1抄

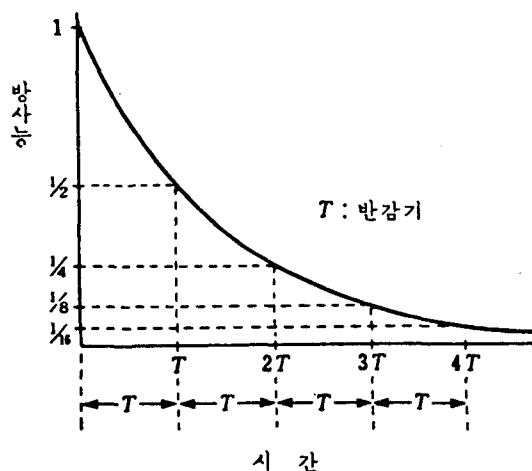


그림5. 放射能의 半減期

以下の 짧은 것까지 있다.

1Ci의 放射性 同位元素는 1半減期 後에는 1/2Ci로, 2半減期 後에는 1/3Ci로 3半減期 後에는 1/8Ci로 된다.

放射能의 減衰方式: 半減期 T가 經過함에 따라 放射能은 半으로 된다.

바. 放射線의 種類

평소 우리가 放射線이라고 부르고 있는 것에는 여러가지 種類가 있다. 放射線에는 X線, α線, β線, γ線, 中性子線, 電子線, 陽子線, 宇宙線 등이 있다.

1) 原子波 放射線

○ X線 - 制動 X線, 特性 X線 등 原子核 以外の 現象에 따라 發生한다.

○ r線 - 原子核의 에너지 狀態의 變化에 따라 放出된다.

감마線은 X線과 같은 電子波로 전혀 電氣를 띠고 있지 않다. 감마線을 내더라도 原子核의 陽子나 中性子의 數는 變하지 않는다. 따라서 감마線을 내더라도 元素가 변하는 것은 아니다.

감마線은 原子核이 알파線이나 베타線을 낼 때 덩어로서 나오는 것이 많다.

이 放射線은 人體에 直接 危險을 미치는 것으로 이것이 原子爆彈의 爆發에 의해 내리는 재에서 放射된 境遇나 或은 放射線 物質을 研究所나 工場에 運送中의 事故를 일으켜 부근에 飛散한 放射性 微立物質에서 放射된 境遇라도 危險은 같다.

감마線의 速度는 빛의 速度와 거의 같아서 이것이 人體中의 細胞를 破壞하면서 通過하더라도 우리는 느낄 수 없다. 감마線은 空氣中에 數百미터도 進行하여 이것을 遮斷하는데는 100cm以上の 두께의 납이 必要하게 된다.

2) 電氣를 띤 粒子線

○ β⁻線 - 原子核에서 放出되는 電子

베타線은 速度가 빠른 電子의 흐름으로 -電氣를 띠고 있다. 原子核에서 베타粒子 즉, 電子가 튀어 나오는 것이지만 原子核 周邊을 들고 있는 電子가 튀어 나오는 것은 아니다.

電子를 가지지 않는 原子核에서 電子가 튀어

나오는 것은 異常하지만 이 電子는 完全히 異常한 方法으로 만들어 진다. 中性子가 陽子 및 電子로 變하여 이 電子가 튀어 나오는 것이다. 이 때문에 베타粒子를 낸후 原子核은 中性子數가 1個 줄고, 陽子數가 1個 늘었지만 質量數는 變하지 않는다.

따라서, 베타粒子를 낸 原子는 같은 質量數로는 있지만, 原子番號의 1個만 增加된 元素로 變한다. 이 放射線은 알파보다 더 問題가 있다. 그것은 身體에 미친경우 吸收되기 前에 1인치의 1/3程度 筋肉組織을 貫通하기 때문이다.

充分한 量으로 貫通하면 깊은 放射線 火傷을 일으킨다. 그러나 베타線의 透過力은 空氣中에서 約3cm 알루미늄을 2~3枚 通할 程度이고 比較的 얇은 플라스틱이나 알루미늄 其他 物質의 板으로 防禦할 수 있다. 通常 消防에서 입는 防火服으로 베타線의 대부분을 吸收한다.

○ β⁺線 - 原子核에서부터 放出되는 陽電子

○ 電子線 - 加速器로 만든다.

○ α線 - 原子核에서부터 放出되는 헬륨 原子核 알파線은 알파粒子, 卽 헬륨의 原子核과 같은 것이 原子核에서 튀어 나오는 것으로 이 粒子는 +의 電氣를 띠고 있다. 따라서, 알파입자가 나온 후의 原子核은 陽子 1個와 中性子 2個가 줄게된다.

그런데 陽子의 數는 元素의 種類를 決定하는 重要한 數로 陽子의 數가 變하면 當然히 다른 元素가 된다.

陽子가 2個 減하면 原子番號가 2個만 적은 元素가 되므로 同時에 陽子와 中性子數의 合計 卽, 質量數가 4個만 줄게 된다.

例로 라듐(88번 元素)가 알파粒子를 내면 라듐(86번 元素)가 된다. 이 放射線은 身體外部에 되는한 實體 健康上 問題를 일으키지 않는다.

왜냐하면 그것은 종이한장 또는 皮膚의 表皮와 같은 얇은 障害物에 依해서도 侵入을 遮廢되기 때문이다. 皮膚의 破壞된 部分 傷處가 나서 身體의 內部에 들어가면 매우 障害를 일

으킨다. 放射性 元素에서 나온 어떤 에너지의 높은 알파線이더라도 空氣中에서는 僅少한 數 cm밖에 남지 못한다.

예를들어 라듐 226으로는 3.39cm, 우라늄 238에서의 알파線은 2.67cm이다.

- 陽子線-加速器로 만든다.
 - 重陽子線-加速器로 만든다.
 - 其他 重이온 및 中性子線-加速器로 만든다.
- 사. 放射線과 物質과의 相互作用

放射線의 作用은 그 種類와 에너지 또는 衝突하는 物質의 種類에 따라 여러가지 現象이 있다.

여러가지의 放射線 測定 放射線 利用 또는 放射線 防禦 등은 放射線과 物質과의 相互作用의 機構에 대한 充分한 理由를 通하여 비로서 遂行할 수 있다.

1) 電離作用과 勵起作用

放射線은 物質속을 通過할 때 그 經路에 따라 原子·分子 등에 에너지를 주어 電離 또는 勵起를 일으킨다.

電離作用과 勵起作用은 放射線의 物質에 대한 作用中에서 가장 基本的인 것으로서 放射線의 透過과 散亂의 現象도 電離, 勵起에 密接하게 關係되고 있다.

電離의 結果 發生한 陽이온 또는 自由電子는 電氣的으로 쉽게 檢出할 수 있으므로 放射線 檢出器는 電離上 가이거 뮐러 수관(GM 카운터), 比例計數管, 半導體 檢出器等 電離作用을 利用한 것이다.

2) 螢光作用

어떤 物質에 放射線 또는 紫外線을 쬐이면 그들 物質이 갖는 特有한 波長의 빛이 放出되는 現象이 있다.

螢光作用의 利用한 放射線 檢出器로 유화亞鉛粉末(α線用) 옥화나트륨의 單結晶(γ線用), 螢光 物質을 含有한 프라스틱(γ線 및 β線用) 등을 使用하는 신텔레이션 카운터 또는 저 에너지 β線測定用的 액체신텔레이션 카운터가 있다. 螢光을 내는 作用은 α線이 強하고 (γ)감마線이 가장 弱하다.

3) 寫眞作用

放射線을 寫眞필름 또는 寫眞乾板에 照射시키 現像하면 放射線을 쬐인 부분이 黑化된다. 黑化된

程度에 따라서 照射된 放射線의 量을 알 수 있다.

粒子線을 받은 필름 또는 乾板을 現像하여 顯微鏡으로 보면 粒子線의 經路에 따라 放射線이 지나간 자리인 飛跡을 觀測할 수 있다. 이 作用은 α線이 가장 強하고 다음이 β線, γ線 順이다.

4) 化學作用

物質에 따라서는 放射線에 쬐여 電離 또는 勵起가 일어난 후 연이어 化學的 變化가 일어나는 것이 있다.

放射線의 酸化作用 또는 還元作用을 利用한 化學線量計가 線量測定에 利用되고 있다.

5) 透過作用

放射線은 種類와 에너지에 따라 다르지만 제 나름대로 物質을 透過하는 能力이 있다.

(X)線은 電子波로서 質量도 電氣도 갖고 있지 않기 때문에 物質과의 相互作用은 다른 放射線에 비하여 弱하며 物質을 通過할 때 에너지를 損失하지 않고 透過력이 크게 作用한다.

β線은 空氣中에서도 數 10cm내지 數m의 距離까지 날아간다.

α線은 物質과의 相互作用이 強하여 物質 通過중에서 急速히 에너지를 잃게되므로 透過力은 매우 弱한 편이다.

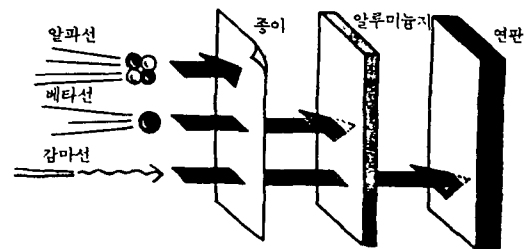


그림6. 放射線의 透過力

표8. 放射線의 性質과 作用의 比較

性質·作用 種類	本質	質量	電氣	透過力	寫眞 作用	螢光 作用	電離 作用
α 線	헬륨原子核	크 다	(+)電氣2	小	大	大	大
β 線	電 子	이주작다	(-)電氣1	中	中	中	中
γ(x)線	電 子 波	없 다	없 다	大	小	小	小
中性子線	中 性 子	크 다	없 다	大	小	小	小

가. 放射線에 對한 單位

放射線의 에너지를 나타내는 單位로서 電子볼트를 使用하고 있다. 에너지의 基本單位는 ジュール(Joule記號J)이지만 放射線의 에너지를 나타내기 위하여 通常 使用되는 單位로는 전자볼트(electron Volt 記號ev)가 있다.

電子가 1volt의 電壓에 의해 加速되어 얻은 運動에너지를 1ev라고 定義한다.

1ev=1.60×10⁻¹⁹ J의 關係가 있다.

物質이나 人體에 對한 影響을 評價하기 위하여 照射線量, 吸收線量 및 線量當量의 3種類의 該의 單位가 定義되어 使用되고 있다.

○照射線量-照射線量은 어느만큼의 放射線이 비쳤는가를 나타내는 基準으로서 照射線糧의 強度는 空氣 1kg이 電離作用에 의하여 發生하는 +, -중 한쪽의 電氣量을 全部 合計하여 얼마가 되는가로서 表示한다.

照射線糧은 γ線 또는 X線이 空氣中에 透過하는 境遇에 限하여 使用되며 單位는 킬로그램 당 쿨롱(C/kg)이다.

照射線量率은 單位時間當 받는 照射線量으로서 單位는 뢴트겐(Rontgen記號R)로서 R/h(뢴트겐 每時), mR/h(밀리뢴트겐 每時)로 使用된다.

1뢴트겐은 1kg의 空氣량에 대하여 2.58×10⁻¹쿨롱 電氣量의 發生에 相當한다. 卽 1R=2.58×10⁻¹C/kg이다.

○뢴트겐은 1큐리(Ci)의 放射線 物質로부터 1m 떨어진 곳에서 1時間 放射線을 받은 程度의 量이다.

○吸收線量-放射線이 物質과 相互作用한 結果 그 物質의 單位질량에 吸收된 에너지를 말한다.

吸收線量이 單位는 그레이(Gray 記號GY)가 使用되고 있다. 1GY는 物質 1kg봉에 1J의 에너지 吸收가 있을때의 吸收量을 말한다.

라드(rad)도 吸收線量의 單位로서 使用되고 있다.

1rad=1/100 J/kg=1/100GY의 關係가 있다.

○線量當量-條件이 다른 放射線 調査에 의하

여 人體에 주는 危險度를 同一한 尺度로 計算하여 放射線 防禦의 目的으로 比較하거나 計算하기 위하여 線量當量 이라는 것을 考察해 낸 것이다.

線量當量과 吸收線과의 關係는 다음 式으로 주어진다.

線量當量=吸收線量×線質計數×조정計數

線質計數는 放射線의 種類와 에너지에 의한 影響의 程度가 다른 것을 高麗하기 위하여 만든 計數이다.

○實效線量當量-人體가 放射線을 받는 境遇, 그 影響이 나타나는 狀態로 人體의 組織에 따라 다르다.

人體의 여러 組織으로서의 影響을 合計하여 評價하기 위하여 實效線當量이라고 하는 量이 定義되어 있다. 이것은 組織의 線當量 量에 荷重計數(組織의 感受成을 나타내는 指數)를 곱하여 放射線을 받는 組織에 加算한 것이다.

單位度 Rem 또는 Sievert(記號sv)이다.

○放射能의 單位-큐리(Ci)

1큐리(Ci)는 1抄間에 370億個의 原子가 꺼어져 放射線을 낼때 그 強度를 말한다.

그러나 큐리(Ci)는 매우 큰 單位이므로 實際로는

미리큐리(mci-1 ci의 1,000分之 1)

마이크로큐리(uci-1 ci의 百萬分之 1)

마이크로, 마이크로큐리(unci-1 ci의 1兆分之 1) 등이 使用된다.

큐리는 放射線의 세기에 依하여 放射能 物質量을 나타내는 單位이기 때문에 같은 큐리(Ci)라고 元素에 의해서 그 質量을 다르게 나타낸다.

卽 라듐(Ra)은 1Ci가 약 1g이고, 우라늄(238U)는 1ci가 약 3kg程度가 되지만 인(32p)로는 1ci가 百萬分之 3.5g밖에 되지 않는다.

○放射線의 單位-라드(rad), 램(Rem)

放射線의 線量은 어느 物質이 어느만큼 放射線에 비쳤는가 하는 「照射線量」과 어느만큼 그 物質이 吸收했는가 하는 「吸收線量」의

두가지로 나타내고 있다.

· 라드(rad) - 1g에 100에르크(erg)에 에너지가 吸收된 境遇에 이 放射線의 量을 1라드(rad)라 한다.

· 렘(rem) - 放射線이 人體에 미치는 影響을 나타내기 위한 單位이다.

人體의 影響은 放射線의 種類에 따라서 다르지만 X線과 β線, γ線 등의 1rad를 1rem으로 하고 있다.

人體의 影響이 強한 α線으로는 2~20倍, 그리고 中性子線으로는 2~10倍를 곱하여 rem數를 計算한다.

放射線에 관한 單位를 項目別로 整理하면 다음과 같다.

표9. 放射線에 관한 單位

項目	單位名	記號	定 義	比較
照射線量	킬로그램 당쿨롱	C/kg	空氣 1kg中에 1쿨롱의 이온을 만드는 r(x)線의 量	SI單位
	뢴트겐	R	公氣 1kg中에 2.58×10 ⁻⁴ 쿨롱의 에너지의 吸收가 있을 때의 線量	1c/kg=87.6R
吸收線量	그레이	Gy	1kg當 1주울의 에너지의 吸收가 있을 때의 線量	SI單位
	레 드	rad	1kg當 1/100주울의 에너지의 吸收가 있을 때의 線量	1Gy=100rad
線量當量	시버트	Sv	吸收線量(Gy)×線量計數× 수정計數	SI單位
	렘	rem	吸收線量(rad)×線量計數× 수정計數	1Sv=100rem
放射能	버크렐	Bq	1초간에 1個의 崩壞	SI單位
	큐 리	ci	1초간에 3.70×10 ¹⁰ 個의 崩壞	1Bq=2.7×10 ⁻¹¹
放射線의 에너지	電子볼트	ev	電子가 1볼트의 電壓으로 加速되어 얻게되는 運動 에너지	1ev=1.60×10 ⁻¹⁹ ev

SI單位 - m · kg · sec · A, 켈빈(溫度), 칸델라(光度), 몰(物質의 量)의 7個를 基本單位라 하고, 라디안(평면각), 스테라디안(입체각)의 2個를 보조단위로 하는 국제단위 계이다.

1큐리 - 1Ci는 라듐 1g의 放射能과 거의 같다.

第三節 放射性 物質 등이 利用

軍事武器로만 使用되던 우리 一常生活에 平和的 目的으로 利用되게 된 것은 1942年 美國의 核物理學者인 「페르미」가 무절제하게 일어나던 核分裂을 조절할 수 있는 技術을 開發하면서 부터이다.

放射線과 同位元素의 利用方法은 매우 다양하지만 트레이서(추적자) 利用 및 調査利用의 2가지로 크게 區分된다.

가. 트레이서(추적자)

物質속에는 약간의 同位元素를 混合시켜 놓으면 同位元素(Isotope)로부터 나오는 放射線을 測定器로 追跡함으로써 그 물질의 거동을 알 수 있다. 이와같은 利用方法을 트레이서法이라고 함.

標敵이 될 수 있는 同位元素(Isotope)를 物質에 混合하였을때 트레이서法에는 그 物質의 物理的 트레이서와 그 物質과 同一한 化學的 거동을 일으키기 위하여 그 物質을 構成하는 原子의 一部를 同位元素로 治環시킨 化學的 트레이서가 있다.

나. 調査利用

加速器 또는 同位元素로부터 나오는 放射線을 調査의 目的으로 利用할 때 調査되는 物質中에는 다음 2가지로 區別된다.

- 1) 化學變化가 일어나지 않는 경우 - 放射線의 透過, 吸收, 散亂의 現像을 利用하는 X線에 의한 珍斷, 라디오 그래피(放射線을 利用하여 外觀上으로 알 수 없는 內部의 缺陷을 調査하는 것) 두께 계와 같은 工業計測 또한 電離, 勵起의 現像을 利用하는 燃氣感知機 또는 夜光塗料의 發光같은 것을 들 수 있다.
- 2) 化學變化가 일어나는 경우 - 플라스틱 같은 高分子 混合物의 개질, 放射線治療, 滅菌 등이 있다.
- 3) 原子核 反應이 일어나는 경우 - 放射化分析, 年代測定 등이 있다.

放射線과 同位元素는 科學 技術의 研究手段으로서 廣範한 分野에 걸쳐 使用되고 있고 研究의 進歩에 크게 貢獻하고 있으나 여기서는 實用的인 利用例를 들어본다.

표 10. 放射線과 同位元素의 利用方法과 分類

利用方法		利用(方法, 製品)
트레이서 이용	物理的 트레이서	流速·流量調査·漏洩調査·표사 하나의 移動調査·機械의 磨耗測定·윤활유의 循環狀況調査·용광로의 減損量 測定·工程解析
	化學的 트레이서	分析化學의 利用·化學反應機具의 研究·化學構造의 結定·生體機能의 研究·生化學研究·遺傳子 工學研究·醫學研究·體內珍斷藥·體內珍斷藥·新藥開發
調査利用作用	透過吸收散亂作用	非破壞檢査 r(x)線 라디오 그래피·中性子 라디오 그래피
	診斷	X線攝影·X線透示·X線照映檢査·X線CT
	이온 발생	煙氣減知機·螢光燈의 글로우 紡電官 表示燈 放電官·진앙계·가스 크로마토 그래피·피뢰침
	電氣勵起作用	光의 發生 自發光道料·베타라이트·野光다이알 表示·텔레비전 螢光·野光라이트·非常燈具·安全表識版·레조용낙시찌
查	分析	螢光 X線分析·유황분석계
	化學的 作用	개질 內熱性電線·발포폴리올레핀·열수축성투브·硬化도장·強化플라스틱·콘크리트 폴리머·強化木材
利用	生物學的 作用	殺菌 殺蟲 防蟲 醫科用具의 멸균 檢査用具·實驗動物飼料·食品 등의 殺菌·害蟲防止
	保存	발아방치·속도조절
	育種	品種改良·生育調節
	治療	암治療·감상선 치료
	原子核 反應	分析 治療 미량원소분석·활성적 트레이서法 뇌종양 치료
熱原利用	아이소토프 전지	
年代測定	고고학적 지질학적시료의 연대측정	

線이 人體에 미치는 影響은 被爆된 本人에게 나타는 것과 被爆된 사람의 자손에 나타나는것, 2가지로 구별된다. 前子를 身體的 影響, 後子를 遺傳的 影響이라고 한다.

身體的 影響은 被爆되면서부터 影響이 나타날 때까지의 期間에 따라 急性影響과 慢性影響으로 分類한다.

急性影響은 被爆後 比較的 短期間內에 나타나는 影響이며, 이에 대하여 慢性影響은 長期間 경과한 후 나타나는 影響을 말한다. 影響이 나타날 때까지의 期間을 潛複期라고 한다.

같은 線量의 放射線을 받아도 한번 받은 경우와 조금씩 數回에 나누어 받은 경우와는 影響에 차이가 있다. 이것은 回復作用이 있기 때문이다. 또한 放射線을 全身에 받는 全身被爆의 경우와 身體의 一部分만 받는 局部被爆의 경우와는 影響의 發現은 다르다.

가. 身體的 影響

1) 急性影響

일시에 大線量의 放射線을 받았을 때의 急性 影響은 放射線을 받은 부위 및 線量에 따라 다른 증상으로 나타난다.

여기에서는 $\gamma(x)$ 線을 一時에 全身에 받은 경우에 나타나는 急性影響에 대해서 技術한다. 重傷의 發現에 個人差가 있게 마련이며, 表 11에서 全形的인 것을 例示한다. 25렘 以下の 線量에서는 臨床症狀은 거의 나타나지 않는다. 150렘 以上の 被爆에서 나타나는 放射線 熟취症狀은 전날 마신 술이 그이튿날까지 깨지 않는 것과 흡사한 症狀이다. 被爆後 30日以內에 50%의 確率로 사람이 死亡하는

(표 11) 急性影響의 症狀과 被爆線量과의 關係

被爆線量(rem)	症狀
25以下	임상적 증상은 거의 없다.
50	백혈구(임파구) 일시 감소
100	구역질, 구토, 전신권태, 임파구 현저히 감소
150	50%의 사람이 방사선 속취
200	5%의 사람이 사망
400	30일간에 50%의 사람이 사망
600	14일간에 90%의 사람이 사망
700	100%의 사람이 사망

第四章 放射性物質 등의 危險性 分析

第一節 放射性이 人體에 미치는 影響

放射線이 人體에 미치는 影響은 身體的 影響과 유전적 影響의 2가지로 나누어지며 身體的 影響은 다시 급성 影響과 만성 影響으로 分類된다. 放射

線量은 대략 400렘 程度이다. 100%의 確率로 사람이 死亡는 線量은 700렘으로 생각하고 있다.

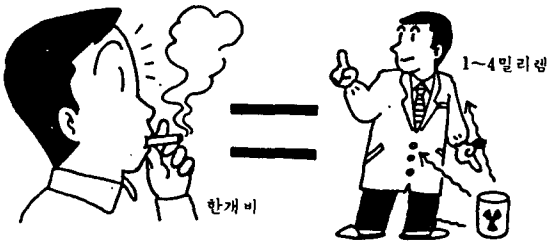
2) 慢性影響

慢性影響의 潛伏期間은 수 10년간 지속되는 것도 있다. 慢性影響의 代表的인 것으로서는 癌, 백내장을 들 수 있다.

發癌의 潛伏期間은 被爆된 器官, 組織의 種類, 被爆時의 年齡, 被爆線量 등에 따라 差이 있으나, 대체로 10~30年 程度이다. 放射線被爆에 의한 發癌의 確率은 器官, 組織, 年齡 등에 따라 差이 있겠으나, ICRP는 放射線 防禦上 1렘이 全身에 被爆되었을 경우의 治事性 癌의 發生確率을 1만분의 1로 追定하고 있다.

눈의 수정체(렌즈)가 混濁하는 백내장의 潛伏期間은 被爆線量에 따라 差이 있기는 하나 數年부터 수 10年 程度이다. 백내장은 1회에 200렘 이상의 放射線을 받는 경우가 아니면 발생하지 않는다. 이와같은 影響이 발생하는 最小의 線量을 문턱값이라고 한다.

放射線의 被爆에 의한 影響과 같은 증상은 放射線 以外的 原因에 의해서도 일어날 수 있다. 그 때문에 癌 또는 백내장 등이란 放射線 被爆에 의하여 발생한 것인지 타의 原因에 의해서 發生한 것인지를 區別하기가 어렵다.



(그림7) 發癌物質比較

담배 한 개비를 피우는 것은 1~4mrem의 被爆線量과 같은 程度의 發癌確率에 해당하는 것으로 추정되고 있다. 즉, 담배를 하루 20개 비씩 1년간 계속 피운 사람의 發癌의 確率은

7~28렘의 放射線被爆을 받은 사람의 發癌 確率과 같은 정도이다.

나. 遺傳的 影響

放射線에 의한 遺傳的 影響의 發生은 人間에서 確認되고 있지 않다. 放射線에 의한 遺傳的 影響의 研究는 오래전부터 하고 있으나, 지금까지 人間에게 放射線에 의한 遺傳的 影響이 발생되었다는 事實은 確認된 바 없다. 쥐 또는 원숭이를 사용한 實驗의 결과를 人間에 對應시켜 遺傳的 影響의 發年確率을 高麗할 때, 양친중 어느쪽이든 1렘의 放射線을 받았을 때 최초의 그 세대(아들과 손자) 나타나는 遺傳的 影響의 發生確率은 4×10^{-5} 즉, 10만분의 4로 推定하고 있다.

1982年 유엔 科學委員會 報告에 의하던 放射線被爆이 없다 하더라도 出生아의 10.5%는 어느 정도의 유전적 장애를 갖고 태어나고 있다고 한다. 10만분의 4라고 하는 값은 放射線 以外的 여러가지 인자에 의한 遺傳的 장애의 發生確率, 100분의 10.5에 비하면 아주 낮은 편이다.

(표12) 放射線 影響의 分類

放射線 影響	身體的 影響	急性影響	피부 반점, 탈모, 백혈구 감소 등	非確率的 影響
		慢性影響	백내장, 태아의 영향 등, 백혈병, 암	
	遺傳的 影響	대사 이상 등	確率的 影響	

第二節 放射線 被爆線量에 따른 影響

放射線의 影響은 被爆線量 만으로 모두가 결정되는 것은 아니다. 放射線이 人體에 미치는 影響은 被爆線量의 影響과 病狀의 發現關係에 의하여 確率的 影響과 非確率的 影響 2가지로 구분된다.

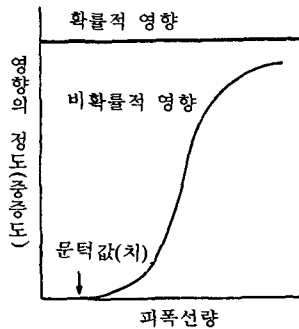
가. 確率的 影響-遺傳的 影響 및 身體的 影響(백혈병, 癌)은 被爆線量이 커짐에 따라서 影響의 發生確率이 단조롭게 커지고 문턱치가 적용되지 않는 것으로 생각하고 있다.

나타난 影響의 程度(중증도)는 被爆線量에 무

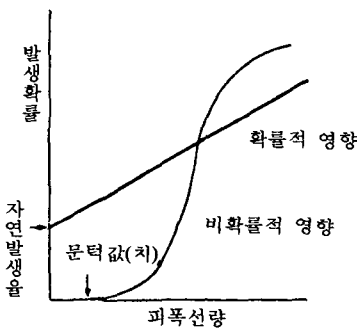
관하다. 確率의 影響은 모든 장기에 發生할 可能性이 있으며, 이 可能性이 程度를 리스크계수로 表示한다.

나. 非確率의 影響-急性影響(피부의 홍반, 탈모, 백혈구, 감소 등) 및 慢性影響(백내장 등) 등을 문턱치가 있어 문턱치를 초과하는 放射線을 받는 경우에는 線量이 커짐에 따라 影響의 程度(증증도)가 무거워지고 發生確率도 커진다.

放射線 防禦에 關係가 있는 낮은 線量의 範圍에서의 문턱치가 있는 非確率의 影響이 發生할 경우란 거의 없으며, 確率의 影響이 重要한 問題가 된다.



(표13) 影響의 程度(증증도)와 被爆線量과의 關係



(표14) 影響의 發生確率과 被爆線量과의 關係

第三節 放射線 被爆 形態에 따른 影響

放射線 被爆에 의해서 일어나는 障敝의 種類, 程度 및 그 進行狀態는 被爆形態와 그것에 關係되는 인자에 의해서 크게 變한다.

(표15) ICRP 권고에서 정하고 있는 리스크계수와 하중계수

器官·組織	리스크계수	하중계수	影 響
생 식 선	4×10^{-3} 4×10^{-5}	0.25	최초의 2세대(자손)에 나타나는 유전적 영향
적색골수	2×10^{-3} 2×10^{-5}	0.12	치사백혈병 유발
뼈	4×10^{-4} 5×10^{-6}	0.03	치사골암 유발
폐	4×10^{-3} 2×10^{-5}	0.12	치사폐암 유발
갑상선	5×10^{-4} 5×10^{-6}	0.03	치사갑상선암 유발
유 방	2.5×10^{-3} 2.5×10^{-5}	0.15	치사유암 유발
진류조직	5×10^{-3} 5×10^{-5}	0.30	치사악성종양 유발
합 계		1.00	

* 리스크계수가 10^{-2}Sv^{-1} 라는 것은 1 Sv의 線量當量을 그의 組織이 받을 때의 影響의 發生確率が 100명의 確率 이 된다는 뜻이다.

** 1, 12 放射線에 관한 單位에서 技術한 實效線量當量은 다음식으로 定義하고 있다.

$$H_E = \sum W_T H_T$$

(H_E : 實效線量當量, W_T : 하중계수, H_T : 組織 T의 線量當量)

가. 外部被爆과 内部被爆

放射線의 發生原(선원)이 外部에서 그 放射線으로 被爆되는 것을 外部被爆(體外被爆)이라 하고 線體內에 들어간 放射性 物質의 放射線으로 身體의 内部에서 被爆되는 것을 内部被爆(體內被爆)이라 한다.

○ 外部被爆-外部被爆時에 問題가 되는 것은 身體의 심부에까지 透過되는 X線, γ線, 中性子線이다.

α線과 β線은 透過力이 약해 피해부분에서 거의 에너지가 吸收되어 버리므로 外部被爆으로는 그다지 重要한 問題가 아니다.

○ 外部被爆-外部被爆時에 問題가 되는 것은 α線과 β線이다. 内部被爆의 原因으로서는

1. 空氣와 함께 放射性 物質이 吸收되어 기관지와 폐에 머물고 一部는 폐포벽에 吸收되며 나머지는 목까지 되돌아와 體内に 머문다.
2. 放射性 物質에 의해 汚染된 食品, 음료수 등을 섭취함으로써 소화기관으로 의해 흡수된다.
3. 放射性 汚染物質이 상처부위 또는 결막, 코 등의 점막에서 직접 吸收되어 血液속에 들어

가는 것 등이 있다.

內部被爆은 放射性物質이 特定の組織에 머물기 때문에 局部的인 障礙를 일으키는 경우가 많다.

특히, 스트론튬(Sr), 라듐(Ra), 플로토늄(Pu) 등은 뼈에 모이는 경향이 있다.

또한 토리움(Te), 나트륨(Na), 칼륨(K) 등은 特定の 기관에 모이지 않는 全身에 넓게 分布하는 것이 있다.

나. 全身被爆과 局部被爆

被爆이 全身 또는 身體 大部分에 미치는가 身體에 局部的으로 影響을 미치는가로 障礙의 種類와 程度의 차이가 있다.

보통 全身 外部被爆의 경우 放射線에 민감한 생식선, 골수, 폐가 問題가 되며, 比較的 민감하지 않는 皮膚의 障礙 등은 局部被爆의 경우에는 問題가 없다.

나트륨(Na), 칼륨(K) 등과 같이 體内に 거의 均 등이 分布되는 것은 全身被爆, 요드(I), 라듐(Ra) 등과 같이 特定の 組織에 머무는 것은 局部被爆으로 간주할 수 있다.

다. 短期被爆과 長期被爆

○ 短期被爆-어떤 原因으로 全身 또는 一部分의 重要な 組織에 1회 또는 2~3日에서 2~3週間に 국한된 회수의 被爆을 받는 경우를 말한다.

放射線의 取扱時에 실수와 생각치 못한 사고로 단시간 被爆되었던지 또는 治療나 診斷을 받는것이 이것에 해당된다.

○ 長期被爆-職業上 放射線을 꾸준히 받는든지 또한 身體內部에 오래 머무르는 性質의 放射線 物質을 體內로 吸收한 경우와 病的 性質上 長時間에 걸쳐 X線 檢査를 反復하는 경우가 있다.

결국, 放射線의 被爆은 線量의 合計가 같더라도 어느만큼의 期間, 或은 時間에 被爆을 받는가에 따라서 障礙정도는 크게 다르다.

라. 기타 각종 形態別 被爆의 影響

○ 放射線의 種類에 따른 影響-같은 에너지의 放射線이 吸收되었다 하더라도 放射線의 種類에 따라 生物學的인 效果는 달라진다.

X線, γ線, β線 보다는 陽子線, α線, 中性子線은 일반적으로 生物學的 影響이 크다.

○ 年齡, 性別 등 個人差에 따른 影響-年齡, 性別 등 個人差에 의해서 放射線의 影響이 다르게 나타난다.

소아, 유아 등은 成人에 비해서 放射線에 민감하다.

○ 인체기관에 의한 감수성의 차이에 따른 영향-放射線이 인체에 미치는 영향의 정도는 장기에 따른 감수성에 의해 다르며, 細胞分裂의 빈도가 높을수록 形態, 技能이 微分化의 것일 수록 크다.

○ 선원과의 距離에 따른 영향-放射線의 人體에 대한 影響은 放射性物質에서의 距離에 의해서 다르다. 즉 放射線의 세기는 距離 2승에 反比例하기 때문에 1m의 位置에서 보다도 距離가 2배인 2m의 位置에서 받으면 放射線은 1/4가 되어 影響은 적어진다.

第四節 許容 被爆線量

放射線에 의한 身體的 影響은 가능한한 피하기 위해서는 許容置를 정할 必要가 있다. 이 許容值를 許容線量 또는 線量限界라 부르고 있다. 放射線의 防禦의 基準이 되는 最大 許容被爆線量은 國際放射線 防禦委員會의 권고에 基準을 두고 있다.

國際放射線防禦委員會(ICRP)는 방대한 知識을 基準으로 放射線 防禦에 관한 概念을 綜合하여 많은 권고를 刊行하여 왔다.

이들 資料들은 國際적으로 권위있는 것으로 認識되고 있다. 이들의 권고중에서 最大 許容 被爆線量(선량당량의 한도)의 明示하고 권고는 主 권고라고 불리우고 있다.

“日本の 放射性同位元素 등에 의한 放射線 障害의 防止에 관한 法律”은 1966년의 主 권고를 받아 聽여 作成하였고, 그후에 나온 1977년의 主 권고에 대하여는 障害防止 法에 반영하려고 검토되고 있다.

아이소토프나 放射線을 取扱하는 事業所에서는 放射線 레벨이 法에 정하는 基準을 초과할 우려가 있는 場所에 管理區域을 設置하고 그 警戒를

基準으로 그 區域에 出入하는 者의 被爆管理를 實施하면서 一般人은 그 區域內에 出入하지 않도록 統制해야 한다.

管理區域內에 出入할 수 있는 者를 法的으로 分類하면 放射線 作業從事者 管理區域 隨時出入者, 一時出入者 등 3가지로 區分한다.

放射線 作業 從事者의 最大 許容被爆線量 및 최대 許容集積線量의 法定置와 管理區域 隨時出入者의 許容被爆線量의 法定置는 다음 圖表에서 表示하고 있다.

(표16) 場所에 관한 最大 許容線量

項目	場所	使用施設에 사람이 상시출입하는 장소	管理區域의 警戒	工場, 事業所의 警戒 工場, 事業所내의 사람이 거주하는 구역
外部 放射線 量		100mrem/주	30mrem/주	10mrem/주 병실에서는 130- mrem/ 3個月
空氣中, 水中의 RI의 濃 度		8時間의 平均이 최대 許容濃度*	1주간의 平均이 최대 許容濃度の 3/10	3個月의 平均이 최대 許容濃度の 1/25
表面 汚染密 度		최대 許容表面 密度**	최대 許容表面 密度의 1/10	

* 농도의 5배로서 아이소토프의 種類에 따라 차이가 있음.
** 방출체에서는 10^{-3} uci/cm 그 外의 아이소토프에서는 10^{-4} uci/cm.

가. 管理區域에 出入하는 者의 法的 範圍

- 放射線 作業 從事者-放射線同位元素(Radioisotope) 또는 放射線 發生裝置의 取扱管理 또는 부수업무에 從事하는 者와 管理區域 當時 出入者
- 管理區域 隨時 出入者-管理區域 常時 出入者로서 放射線作業 從事者 以外의 者
- 一時 出入者-見學等 管理區域에서 出入이 一時的인 者

나. 放射線 作業從事者의 最大 許容 被爆線量 및 最大 許容集積線量

(표17) 最大許容被爆線量 및 最大許容集積線量

最大許容被爆件 量			最大許容 集積線量
정	臟器또는 組 織	放射線作業從事者	D: 5(N-18) D: 許容集積 線量 N: 年齡
	전 신	5(N-18)rem	
상	생 식 선	3rem/3個月	D: 許容集積 線量 N: 年齡
	피 부	8rem/3個月	
시	손·팔· 발· 무릎	20rem/3個月	D: 許容集積 線量 N: 年齡
	여자의 복 부 (임신중)	1.3rem/3個月 (1rem/임시기간중)	

* 一時的 出入者가 10m/rem을 초과하는 被爆우려가 있는 경우 測定을 실시하지 않으면 안된다.

<다음호에 계속>