

# 필름뱃지에 의한 개인被曝線量計測에 관한 회고(1)

山下久雄

하마시다하시오 재단법인성인병연구소소장

내가 처음으로 渡美한 것은 1951년 4월로 당시 국립 도쿄 제2병원에 근무하여 科學技術研究協議會(STACK)의 명에 의해 厚生技術官으로서의 출장이었다. 仁科芳雄선생의 협력으로 放射性 아이소토프가 대량으로 미국에서 수입되도록 되어 있어, 국립병원에서도 사용할 수 있게 되었기 때문에 그 시찰이 주된 목적이었다. 講和條約 締結前이었기 때문에 身元引受人이 필요하여 전부터 편지내왕이 있었던 California대학의 John H. Lawrence박사와 뉴욕 암연구소의 杉浦兼松선생에게 부탁드렸다. 우선 Washington, D. C의 Federal Security Agency에 가서 승락을 얻고 행동하라는 것이었는데, 거기서 만나게 된 사람이 Paul S. Henshaw박사였다. 그와는 우니性細胞 실험으로 같은 계통의 연구를 하고 있었기 때문에 편지내왕이 있었을 뿐만 아니라 終戰直後 G. H. Q.본부에 技術官으로서 來日하여 東京에서도 이따금 만났으므로 간단히 양해를 얻었다. 日本의 비용으로 시찰 여행하는 것이기 때문에 자유롭게 걸어도 좋다고 했다.

그래서 우선 Washington D. C. 市内를 관광하며 걸어다니는 중에 Connecticut Avenue에 Atomic Energy Commission이 있었기에 전혀 소개없이 갑자기 방문했다. 거기서 만나주신 분이 Director of Medical and Biological Division의 E. C. Dunham박사로, 미국에서 放射性 아이소토프를 수입하여 이것을 有効하게 이용하기 위해 見聞을 넓히려고 이곳에 왔다는 이야기를 하며 謝意를 표했다. 그러자 그는 활동적인 연구나 醫學的인 응용을 하고 있는 장소를 많이 가르쳐 주었을뿐

아니라, 즉시 전화로 연락을 취해 紹介狀을 써주었다. 따라서 New York의 암연구센터와 Berkeley의 California대학의 Douner Laboratory의 두곳에서 주로 보낼 예정이었지만, 여러 곳을 둘러보게 되어 예상밖의 수확을 얻을 수 있었다(table 1 참조). 醫學的利用의 전반에 걸쳐 見聞한 것이지만 이와같은 研究所 및 病院에서 당시의 放射線의 防護와 個人被曝線量の 計測을 어디서 실시되고 있었는가에 대해 기술한다.

Washington, D. C.에서는 며칠간의 滯在를 2주간으로 연장시켜, 새로운 Georgetown大學病院, 陸軍病院, 海軍病院 및 National Cancer Institute와 그 病院을 보았다. 제일 印象的인 것은 海軍病院으로, 훌륭한 아이소토프研究室이 있었다. Philadelphia의 Pennsylvania大學病院에서도 훌륭한 아이소토프研究室이 있었다. 그리고는 New York에 가서 Sloan-Kettering Cancer Center에서 한달 남짓 滯在하는 동안 New York市内에 있는 몇 개의 병원도 見學했다. Memorial Cancer Hospital에서는 200만 볼트의 多段式 裝置中心으로 아이소토프는 1-131의 應甲程度밖에 하고 있지 않았다. Boston의 Harvard大學系の 病院에서는 Massachusetts General Hospital이 제일 활동적이었다. Chicago에서는 Chicago University안에 있는 오랜 Argonne National Institute가 能動力이었고, 廣島の ABCC에도 와 있었던 Dr. Austin Brues소장이 친절하게 안내하고, 또 歡待해 주었다.

북으로는 Minnesota University(Mineapolis, Min), Mayo Clinic(Rochester, Min), Michigan大學(Ann Arber, Mich), Ohio大學

Table. 1 1951년에 방문한 主要總合病院・研究所・工場(山下久雄)

주요 도시	주요한 大病院・研究所 및 機械器具의 製造工場
Washington, D. C.	Atomic Energy Commission, Georgetown大學病院, 陸軍病院, Washington大學病院
Bethesda, MD	National Cancer Institute 및 附屬病院, 海軍病院
Philadelphia, PA	Pennsylvania大學病院, Temple大學病院
Atlantic City, PA	Annual Meeting of Am. Med. Association., Annual Meeting of Am. Ra Society
New York, NY	Sloan-Kettering Memorial Cancer Center, Ewing病院, Cornell大學病院, Rockefeller研究所, Columbia大學病院, Mt. Sinai病院, Bellevue總合病院
Rochester, NY	Eastman Kodak Co. 工場 및 研究所
Boston, MA	Harvard大學醫學部, Peter Bent Brigham病院, Massachusetts總合病院, 小兒病院, Boston市立病院, Massachusetts Institute of Technology, Tracer Lab. Co.
Woodshole, MA	Woodshole臨海研究所
Chicago, Ill	Chicago大學醫學部, Argonne National研究所, Illinois大學病院, North West大學病院, Hines Veterans病院
Ninneapolis Min.	Minnesota大學病院
Rochester, Min.	Mayo Clinic病院
Milwaukee, Wis.	G. E. Medical工場
Ann Arber, Mich.	Michigan大學病院
Cleveland, Ohio	Cleveland Clinic病院, Victoreen Instrument工場
Columbus, Ohio	Ohio State大學病院
Cincinnati, Ohio	Cincinnati大學病院
Oak Ridge, Ten.	Oak Ridge Institute of Nuclear Studies(ORINS研究所)
St. Louis, Mo	Washington大學病院, Mallinckrodt Institute of Radiology
Berkeley, CA	California大學(U.C.S.F.), Donner Laboratory
San Francisco, CA	California大學病院, Stanford大學病院, San Francisco市立病院
Los Angeles, CA	California大學(U.C.L.A.), White Memorial病院, Los Angeles Conty病院

(Columbus, Ohio), Oak Ridge Institute for Nuclear Studies(ORINS, Oak Ridge, Tenn), Washington大學(St. Louis Mo)등을 돌아다녔다. 그동안 機械器具등의 메이커인 G. E. Medical工場(Milwaukee, Wisconsin), Victoreen Instrument Co.(Cleveland, Ohio), Kodak Co.(Rochester, N. Y.)등도 방문했다. 그리고 San Francisco, CF로 옮겨 Donner Laboratory, Berkeley에서 주로 보냈지만 California大學病院, Standford大學病院, San Francisco City Hospital등도 방문했다. 당시는 아직 초창기의 研究室이나 診療室도 있었지만 ORINS, Argonne National Institute, Donner Laboratory의 3개소가 특히 뛰어나 있었

다. G. E. Medical의 새工場에는 창문이 하나도 없고 전공장이 에어컨이 되어 있었다. Kodak社は 수마일에 걸쳐 광범위하게 뻗어 있어 2, 3군데의工場을 見學하여 여러가지 資料를 入手했다.

훌륭한 연구실에 들어갈 때는 管理室이 있어, 나같은 臨時出入者에 대해서도 포켓線量計와 필름뱃지를 건네받아 나갈 때에 포켓線量計의 數値를 통고받았지만 필름뱃지는 돌려주는 것으로 그쳤다. 線量率이 높은 곳에는 area-monitor를 두고 있는 곳이 많았다. 필름뱃지는 積算線量을 알기 위한 것이라는 사실은 알고 있었지만, 臨時出入者의 경우는 어떻게 하는가를 물어본 즉 위험한 異常被曝

이 있을 때 알려준다는 것이었다. 미국의 X線 필름은 Kodak뿐인가 하고 생각하고 있었는데, 당시 벌써 du Pont의 필름이 많이 사용되어, 그쪽이 感도가 높다고 하여 필름뱃지에도 주로 du Pont의 것을 사용하고 있었다. 미국에서 사용되고 있는 케이스는 주로 Landauer社의 것으로, 이것을 가지고 귀국하는 즉시 千代田렌트겐 小野鎮馬社長에게 부탁하여 類似의 케이스를 만들도록 하고 du Pont社의 필름을 入手토록 하여 그것으로 개인被曝線량의 計測을 시작했다. 포켓線量計는 理研에서 작성해준 것을 사용하여 X線이나 <sup>60</sup>Co의  $\gamma$ 線에서 알맞은 線量으로 被曝된 것과 비교해 보기로 하였다.

千代田保安用品(株)에서 필름뱃지 서비스를 개시한 것은 1954년부터이며 이것은 필름뱃지 뉴스 등으로 이미 상세하게 보도된 바 있다.

Du Pont社의 필름뱃지用 필름 552를 千代田렌트겐 小野鎮馬를 통해 입수하게 된 것은 앞에서 기술한 바 있지만, 뱃지用 필름을 富士필름과 小西六寫眞工業에서 작성하게 하고 뱃지케이스를 千代田保安用品 株式會社에서 작성하게 하여 JIS適合品으로써 放射線取扱者の 안전보건을 위해 사용하고자 하는 움직임이 일어났다. 당시는 造船業이 활발하여 造船所에서 熔接檢査 등에 종사하는 많은 非破壞檢査要員의 放射線에 대한 안전확보의 필요성과, 비키니 섬의 水曝實驗에 의한 제5福龍號의 승무원 被曝事故가 발단이 되어, 工業技術院의 JIS原案委員會가 1953년에 발족이 되었다. 위원장은 樋口助弘선생으로 工業的 非破壞檢査 특히 造船工業會의 크나큰 요망으로 Table 2. 3과 같은 委員으로 구성되어 각 方面의 인사가 참여되었다. 그 당시부터 나도 JIS의 委員會에 관여하고 있었지만 醫療機材關係뿐으로, 필름뱃지에 관계가 있는 原子力部會의 委員이 된 것은 1961년부터였다.

X線用 뱃지필름(K7557)와 X線用 필름뱃지케이스(Z4301)의 JIS가 制定된 것은 1956년 10월이었다(Table 2. 3 참조). 實効電壓

Table. 2 뱃지필름 專門委員 (K7557-1956년)

委員長	樋口助弘(慈惠醫大)
醫學	中泉正徳・宮川正(東京大學) 足立忠(醫科齒科大學) 西岡時雄(阪大) 古賀良彦(東北大) 志賀達雄(保健所)
物理學	江藤秀雄(東京大學)
電氣試驗所	伊藤岳郎・茨木康行
放射線技師	柴山秋雄・島田豊治
寫眞工業	藤沢信(富士필름) 西村竜介(小西大) 市塚壽・松井富士雄(오리엔들) 谷口秀夫(寫眞感光材)
電氣工業會	西堀清美(東芝電氣) 藤本慶治(島津製作所) 大塚巖(科研)
厚生省	尾崎重敏
科學技術廳	鈴木嘉一
勞動省	久保田重孝(芳研) 加藤光徳
防衛廳	須江李二郎
通産省	宮沢鈴藏
工技院	霜永忠牢・加藤成去

26-120KV의 X線에 의한 人體被曝의 감시를 위한 뱃지필름으로써 크기, 性能, 시험방법, 現像方法, 寫眞濃度 測定方法을 규정하여 寫眞濃度特性値, 最大偏差, 線質特性, 潛像退行特性 등이 정해졌다. 필름뱃지 케이스는 미국 Landauer社의 것과 준한 것을 일본에서 제작하여 치수, 필터의 종류(알루미늄과 강철)와 그 크기, 試驗方法 등을 規定했다(Fig. 1, Table. 4참조). 그리고 계속하여 그 해설과 取扱方法(Z 4502-1957)도 制定되었다.

필름뱃지에 의한 放射線 종사자의 건강관리의 필요성이 높아졌으므로 營利를 度外視해도 실시할 필요가 있으며, 千代田렌트겐의 小野鎮馬 社長과 日本保安用協會의 辻二郎 會長, 志賀四郎 事務局長등의 협력으로 필름뱃지 서비스를 개시할 것을 1954년에 결정하여 1956년 8월부터 東京都에서 시험사용을

Table. 3 X線필름 받지케이스 專門委員 (Z4301-1956년)

委員長	樋口助弘(慈惠醫大)
醫學	宮川正(東京大學) 足立忠(醫科齒科大學) 西岡時雄(阪大) 古賀良彦(東北大) 志賀達雄(保健所)
物理學	江藤秀雄(東京大學)
電氣試驗所	伊藤岳郎
非破壞檢協會	仙田富男
寫眞工業	藤沢信(富士필름) 田口武雄(小西大) 松井富士雄(오리엔틀) 谷口秀夫(寫眞感光材)
電氣工業會	西堀清美(東芝電氣) 藤本慶治(島津製作所) 大塚巖(科研)
放射線技師	島田豊治
厚生省	尾崎重敦
科學技術廳	鈴木嘉一
勞働省	久保田重孝(芳研) 加藤光徳
防衛廳	須江李二郎
通産省	新井泰介
工技院	高橋正男・大坪一男

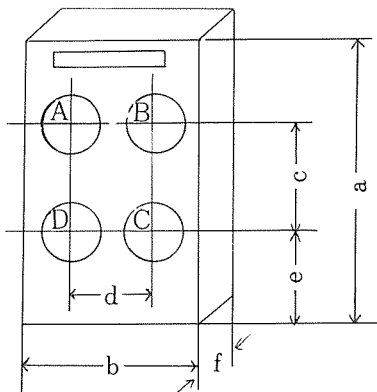


Fig. 1 JIS 4502의 필름받지의 略圖

a: 필름收容部の 세로의 길이 44<sup>±0.1</sup>  
b: 필름收容部の 가로의 길이 33<sup>±0.1</sup>

c: 口過板의 有効部の 中心間距離 17以下  
d: 口過板의 有効部の 中心間距離 17以下  
e: 필름收容部下端과 下部  
口過板의 有効部の 中心와의 間隔 9~14  
f: 필름收容部の 두께 1.6

Table. 4 JIS 4502의 필터

(A) X-1形 單位: mm

口過板의 種類의 記號	口過板의 物質	두께	許容差
A	무	-	-
B	알미늄	1.40	$\pm 0.08$
C	銅	0.20	$\pm 0.02$
	알미늄	1.20	$\pm 0.08$
D	銅	0.60	$\pm 0.02$
	알미늄	0.80	$\pm 0.06$

(B) X-2形 單位: mm

口過板의 種類의 記號	口過板의 物質	두께	許容差
A		-	-
B	알미늄	1.00	$\pm 0.11^{2)}$
	알미늄·銅 以外的의 物質	0.40 (알미늄 當量) <sup>2)</sup>	(알미늄 當量)
C	銅	0.20	$\pm 0.02$
	알미늄	0.80	$\pm 0.11^{2)}$
	알미늄·銅 以外的의 物質	0.40 (알미늄 當量) <sup>2)</sup>	(알미늄 當量)
D	銅	0.60	$\pm 0.02$
	알미늄	0.40	$\pm 0.11^{2)}$
	알미늄·銅 以外的의 物質	0.40 (알미늄 當量) <sup>2)</sup>	(알미늄 當量)

註 1) 알미늄當量은 X線減弱能力이 같은 알미늄의 두께 (mm)로 표시함.

2)  $\pm 0.11$ 은 알미늄의 두께와 알미늄·銅以外的의 物質의 두께(알미늄當量)를 加한 두께의 許容差로 한다.

시작했다. 日本保安用品協會에 放射線障害防止委員會를 구성하여 동년 7월 25일 “도라노몬” 共濟會館에서 結成式을 거행했다. 그 멤버는 Table. 5와 같았다.

1956년 1월에는 原子力三法이 시행되어 동년 5월에는 科學技術廳이 발족되고 6월에는

Table. 5 日本保安用品協會放射線障害防止用品部會委員名簿

顧問	
都築 正男	日本赤十字社中央病院長
部會長	
辻 二郎	日本保安用品協會長
副部會長	
樋口 助弘	放射線醫學總合研究所長
委員	
山崎 文雄	日本放射性同位元素協會常任理事
三浦 豊彦	勞動科學研究所
宮川 正	東京大學放射線科教授
木原 博	東京大學造船部教授
青木 敏男	日本原子力研究所保健物理研究部長
小山 正徳	工業技術院電氣規格課長
鈴木 嘉一	原子力局アイスト프課長
菅野 周光	厚生省藥務局藥事課長
伊藤 岳郎	放射線醫學總合研究所第一基礎研究部長
加藤 光徳	勞動省勞動衛生課長
大田 正次	中央氣象廳觀測部測候課長
大木 恒	鑛山保安局鑛山課長
齊藤 一	人事院厚生課長
鈴木 武夫	國立公衆衛生院勞動衛生學部長
手塚 敬三	都立工業獎勵館指導部長
多田 美朝	國鐵技術研究所鋼構造研究室長
堀合 道三	通產省輕工業課長
新井 泰助	通產省有機第二化學課長
須江 二郎	防衛廳技術研究所第一部長
志賀 達雄	都立荒川保健所長
田坂 清一	日本エソックス線技師會長
戶田 弘一	日本鐵鋼連盟衛生委員

日本原子力研究所, 8월에는 原子燃料公社가 잇달아 발족하여, 原子力の 평화적 이용의 거대한 진전을 하는데 있어 필름뱃지가 차지하는 임무는 막중하게 되었다.

필름뱃지 서비스부에 荒川昌 技術部長이

1956년 8월에 취임하여 동시에 東京都 衛生部에서 시험사용을 시작했다. 우리들 있는 곳에서도 예산이 없으면서 당초부터 참가했다. 醫師會를 비롯하여 各省에 작용하여 3000명을 목표로 하여 서비스事業이 발족되었다.

Y線 및 硬X線用的 필름뱃지 케이스의 JIS 도 계속 검토되어 光子에너지가 0.12~3.0 MeV의 線과 實効電壓이 0.12~3MV의 硬X線에 대한 Z 4302(Fig. 2 참조)가 1957년에 제정되었다.

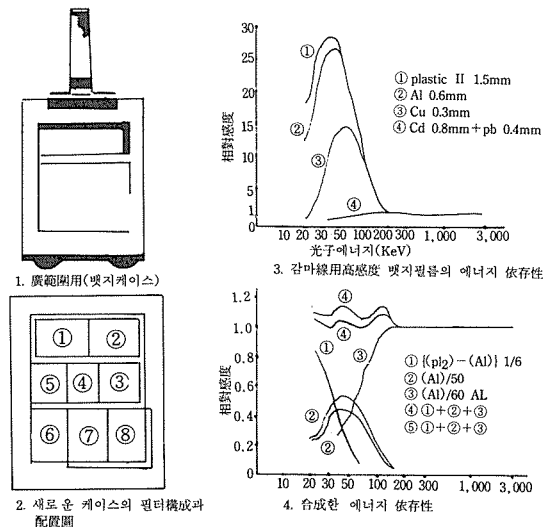


Fig. 2  $\gamma$ 線 및 硬X線 필름뱃지의 JIS Z4302 (1957년)

1. 廣範圍用(배지케이스)
2. 새로운 케이스의 필터 構成과 配置圖
3. 감마線用 高感度 배지필름의 에너지 依存性
4. 合成한 에너지 依存性

保安用品協會가 <세이프티 다이제스트>를 발행한 것은 1955년 4월로, 이어 <필름뱃지 뉴스>를 발행한 것은 1965년 4월부터였는데, 이로서 필름뱃지를 중심으로 하는 放射線의 안전취급 등이 상세하게 보고되겠끔 되었다.

Table. 6 필름벤티지 利用者の 年次別比較

年表	X線 필름벤티지 使用者					γ線 使用者				統計
	病院 診療所	保健所 關係	工業 利用	研究所	計	病院 診療所	工業 利用	研究 機關	計	
昭和36年	2,315	1,094	599	276	4,284	471	523	756	1,750	6,034
昭和37年	3,950	1,300	909	327	6,486	1,249	685	1,040	2,974	9,460
昭和38年	5,250	1,343	955	568	8,116	1,546	929	1,326	3,801	11,917
昭和39年	7,622	1,474	1,146	750	10,992	1,860	994	1,859	4,713	15,705
昭和40年	9,345	1,622	1,307	885	13,159	2,151	1,125	1,892	5,168	18,327

Table. 7 1965年度 全國放射線 作業從事者の 年間被曝線量

被曝線量 mrem(年)	全國全放射線 從事者**		全國35大學病院從業者			
	人員	(%)	X線從事者		γ線從事者	
			人員	(%)	人員	(%)
150以下*	12387	(64.1%)	1828	(68.2%)	887	(64.2%)
500以下	5154	(26.6%)	659	(24.6%)	368	(26.7%)
1000以下	1022	( 5.3%)	124	( 4.0%)	69	( 5.0%)
2000以下	487	( 2.5%)	49	( 1.8%)	35	( 2.5%)
5000以下	257	( 1.3%)	19	( 0.7%)	20	( 1.5%)
5000以上	38	( 0.2%)	3	( 0.1%)	2	( 0.1%)
合計	19345	(100%)	2682	(100%)	1381	(100%)

\*每月 10mrem以下の 것을 5mrem으로 加算

\*\*工業關係利用者도 포함

필름벤티지 서비스部는 初期에는 八重洲의 千代田빌딩 안에 있었지만 1967년 1월에 中央區 江戸橋에 있는 96m<sup>2</sup> 4層建物로 옮겨 독립한 필름벤티지 센터가 되었다. 各地에 몇군데의 支部도 가져, 利用者數도 점차로 증가한 것은 Table. 6에 나타난 것과 같다. 또한 1972년 6월에 茨城縣 大洗의 原子力研究所 근처에 標準照射를 위한 研究所가 완성되어 面目이一新되었다.

1965년도의 利用者의 被曝統計에 의하면 Table. 7과 같으며, 月10mrem이하의 것을 5mrem로써 加算한 集計結果이다. 年150mrem이하를 放射線被曝이 거의 무시될 수 있는

것으로 간주한다면 약 65%가 그것에 해당하며, 36%에는 분명히 職業被曝이 있고, 年 1rem以上인 자가 4%로 인정되었다. 全國의 35大學病院에서의 X線 종사자와 γ線 기타의 廣範圍한 放射線종사자를 比較한 결과 현저한 차이는 없었다. 하지만 이 중에는 일본의 <sup>60</sup>Co 大量照射裝置의 漏洩線量이 많아 手術자에게는 白血球減少를 초래한 것이 포함되어 있다고 생각되었지만 最大許容 被曝線量을 넘은 것이 0.1% 있었다는 것은 당시의 放射線防護는 아직 불충분했다는 사실이 입증되었다고 보아야 할 것이다.