The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	追跡子実験室の放射能汚染に就いて(特に表面汚染に就いて)
Author(s)	荘野, 格
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1958, 18(8), p. 1106-1112
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18577
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

追跡子実験室の放射能汚染に就いて
(特に表面汚染に就いて)

熊本大学医学部放射線医学教室（主任　亀山魁輔教授）
助手　莊　野　　格

（昭和33年7月5日受付）

本論文の要旨は昭和32年6月熊本大学放射性同位元素研究会及び昭和32年7月第25回日本医学放射線学会九州地方会の席上で発表した．

I　はしがき

放射性同位元素（以下RI.と略す）を取扱う実験室に於ては，大なり小なりの放射能汚染はさける事が出来ないものであり，従つてその汚染の実態はRI.実験者にとつて相当の関心事であるにもかゝわらず，RI.輸入開始以来8年を経た今日に及んでもなお，この種の報告に接する事が出来ないのは，いさゝか納得のいかない事である．強いてその理由を考えて見ると，実験室のRI.による汚染が高度である事が発見された場合には，その責任は先ず実験者の不注意に帰せられるか，或いは実験室の汚染防止の面での設備の不完全さに帰せられるためかも知れない．

それはともかくとして，現実に汚染があるとすれば，その汚染は可及的正確に検出されねばならないし，実際各原子力センター或いは追跡子実験室の汚染の実態を知ると云う事は，傷害防止乃至予防の面からも極めて重要な事である．

最近私は幾通りかの検出方法を併用して，日常私達がRI.実験に従事して居る室内の汚染特に表面汚染の実態を調べたので，その結果を茲に報告して諸賢の御批判を仰ぐ次第である．

II　放射能汚染の検出方法

A　塵埃の放射能検出法

放射能塵は経気道的又は経口的に体内に入り，内部照射の危険を招く重要な因子と考えられるので，先ず実験室内に蓄積した塵埃の放射能を測定するために，市販の真空掃除器を用いて表1a)～d)（測定方法A）に示すような場所から塵埃を採取した．実験台の表面のような必要量の塵埃の採出出来ぬ場合には，サンドペーパーで軽く表面を擦り刷毛で粉塵を集めて測定に供した．

掃除器のポケットに集められた塵埃は，これを西洋紙の上に拡げ，紙を傾けて粗大な塵埃を捨て，紙の表面に附着した微細な部分のみを取り20mg秤量した．秤量した塵埃は，写真1に示すように，厚紙をカウンターの計数室にそのまゝ挿入出来る大きさに切り，その中央にカウンター附属の試料皿と同直径の，深さ1mmの皿状の凹みを作り，その中に均等に拡げてスコッチテープで固定し測定に供した．

別に各RI.毎のスタンダードを作製するために，上述の厚紙製の試料皿の底をビニール糊で防水し，皿底の面積に切つたlens-tissueを敷き，放射能既知のRI.溶液0.1ccをこれに滴下，乾燥後スコッチテープで固定した．厚紙の余白は試料採取日，採取場所，採取方法，測定値等のデータを記入するに用いた．

空気中の塵埃の採取には田島[1]のコーヒーポット型集塵器に準じ，直径11cmの東洋濾紙No.5Cをとりつけた真空掃除器を用いて室内の空気を吸引濾過し，濾紙もろとも塵埃を灰化して測定に供

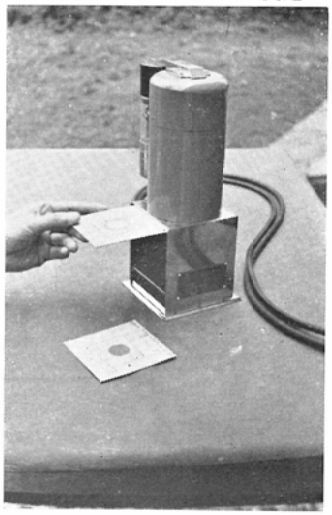
した（表には測定方法 A′ として示した).

測定には神戸工業製 Geiger-Mueller 計数装置2台を使用し，Geiger-TubeはMica-End-Window型，窓の直径 2.5cm，厚さ2.96mg/cm² のものを使用した．試料と GM. 管窓との距離は1cmで，検査試料は10分間宛6回即ち1時間，バックグラウンドは同様な方法で2時間計測し，その1分間平均値を求めた．

B　Geiger-Mueller 計数管プローブによる直接検出法及び汚染分布図作製による検出法

床面，衣服，靴，或いは実験器具等の適当な部位を撰び，鉛でシールドした GM. 計数管プローブをあて直接放射能を測定したが，床面の汚染の検出には汚染分布図を作製する方法を併用した．圖

写真1　塵埃の放射能測定



1に示すように，床の表面に15cm間隔で経線，緯線を引き，その交点で GM. 計数管プローブを用いて30秒宛計数して作製した．

測定に当つては床面等の物体から1cm離し，窓の面積と同じ 4.9cm² を測定面積とした．汚染濃度が低いためにこの図より発見された比較的カウント数の多い部位を Aの方法に準じて1時間宛の計測を行つた（表には測定方法 Bとして示した).

C　濾紙塗抹法

直径1インチに切つた円形の濾紙片を被検体の一定面積にこすりつけ，これをスコッチテープで台紙に固定して測定に供した．本法は汚染RI．の検出能が低く，RI．が液体の形で汚染したものか或いは粉末の形で汚染しているかにより，更に汚染された対象が木製であるか，コンクリート，タイル或いはステンレスであるかによつても，濾紙に移行附着する汚染RI．の割合が異なり，信頼のおける方法ではない．しかし流しの縁のような湿つた場所の汚染の検出には適切な方法と考え，本法を併用した．

実験衣の汚染検出には，濾紙の代りにガーゼを袖口その他適当な部位に予め縫いつけておき，一週間後にガーゼを灰化し，A の方法によつて放射能を測定した（表には測定方法 C として示した).

D　標本瓶法

大気中の落下微塵の放射能検出に用いられる水盤法にならい，特に手指の汚染の検出に試みたものである．即ち標本瓶に蒸溜水 500cc を入れ，これにおよそN/10になるように塩酸を加えるか，或いは核種によつては 20～50mg の燐酸カルシウム，炭酸カルシウム又は沃度カリのような適当な担体を加えたものを用意し，毎日の実験終了直後にこの液中で，ブラッシ等を用いずに約1分間手を洗う事にした．かくして数日間の手指の汚染RI．をこの瓶中に貯え，少くともRI．毎の半減期を経過せぬ以前に瓶中の液を蒸発乾固して放射能を計り，1日当りの手指の汚染量を推定した．（表には測定方法 D として示した）

III　測定成績

表1a)～d)に明示する通りである．

なお，RI．汚染の度合は主に実験者の注意と設備の点にかゝつて居るが，更にRI．使用の頻度，使用量にも関連するので，RI．の使用量，実験に用いた動物数（又は人体数）及び実験器具の延数を表2に掲げた．但しRI．の放射能は半減期の10倍の日数を経過すると約 1/1000 に減衰するので，各RI．毎にそれだけの日数にさかのぼつて，それ以降の使用量総計を示した．

IV　総括及び考按

研究室のRI．による汚染濃度を測定した成績を通覧するに，比較統計誤差が 10%以内のもの

表1　追跡子実験室内の

a)

	測定物体	桟	床（東側）	同	床（西側）	同	床（全面）
第1実験室	汚染核種	*P	*P	*P	*P	*P	*P
	試料測定値 m	18.63	19.98	18.66	19.90	17.90	21.32
	自然計数 n	18.03	20.33	16.86	20.33	16.86	20.95
	計数毎分値m−n	+0.6	−0.4	+1.8	−0.3	+1.0	+0.4
	統計誤差	±0.454	±0.479	±0.449	±0.473	±0.444	±0.487
	測定方法其他	A	A	B	A	B	A

b)

	測定物体	靴（SS）	靴（HS）	靴（TK）	ゴム手袋	ゴム前掛（HS）	ビニール前腕カバー
第1実験室	汚染核種	*P	*P	*I	*P	*P	*I
	試料測定値 m	28.18	26.21	22.95	21.90	22.80	19.00
	自然計数 n	25.70	25.70	20.30	21.97	20.30	18.03
	計数毎分値m−n	+2.5	+0.5	+2.7	−0.1	+2.5	+1.0
	統計誤差	±0.553	±0.540	±0.497	±0.502	±0.496	±0.456
	測定方法其他	B	B	B	B	B	B

c)

	測定物体	桟	床（北側）	同	床（南側）	同	床（全面）
第2実験室	汚染核種	*Ce, *Sr	*Ce, *Sr	*Ce, *Sr	*Ce. *Sr	*Ce, *Sr	*Ce, *Sr
	試料測定値 m	17.61	21.18	34.55	25.43	20.25	20.75
	自然計数 n	18.03	21.10	27.78	21.10	16.86	20.33
	計数毎分値m−n	−0.4	+0.1	+6.8	+4.3	+3.4	+0.4
	統計誤差	±0.445	±0.486	±0.601	±0.515	±0.462	±0.480
	測定方法其他	A	A	B	A	B	A

d)

	測定物体	靴（SB）	靴（NN）	靴（SH）	靴（TS）	靴（TS）	ゴム手袋
第2実験室	汚染核種	*Ce	*Co	*Ce, *Sr	*Sr	*Sr	*Ce, *Sr
	試料測定値 m	21.65	28.36	27.28	46.58	26.15	24.68
	自然計数 n	21.09	25.70	25.70	25.70	18.03	21.97
	計数毎分値m−n	+0.6	+2.7	+1.6	+20.9	+8.1	+2.7
	統計誤差	±0.490	±0.554	±0.546	±0.666	±0.512	±0.515
	測定方法其他	B	B	B	B	B．同左水洗後測定	B

注）測定方法　A．塵埃の放射能検出．　A′．空気中塵埃の捕集による検出．

R I. 汚染測定成績

床（流し下）	木製実験台	流し縁（トタン）	動物箱扉	アイソトープ用戸棚	排水溝泥	空気中塵埃
*P	*P，I	*P	*P	*P，I	*P，I	*P
18.10	21.06	22.81	20.31	20.40	32.10	22.81
19.20	22.19	21.95	20.33	22.19	21.08	21.14
−1.1	−1.1	+0.9	0.0	−1.8	+11.0	+1.67
±0.431	±0.489	±0.502	±0.477	±0.485	±0.564	±0.500
A	A	C	A	A	A	A′

ズボン（SS）	ズボン（TK）	手指（TK）	同	雑布
*P	*I	*I	*I	*P
21.83	22.20	49.12	27.62	25.13
22.62	21.09	20.22	21.81	21.97
−0.8	+1.1	+28.9	+5.8	+3.2
±0.497	±0.494	±0.683	±0.536	±0.519
B	B	Dゴム手袋使用せず	Dゴム手袋使用	B

床（流し下）	木製実験台	流し縁	動物箱扉	同	アイソトープ用戸棚	排水溝泥	空気中塵埃
*Ce, *Sr	*Ce, *Sr	*Ce, *Sr	*Ce	*Sr	*Ce, *Sr	*Ce, ·Sr	*Ce, Sr
22.05	21.21	20.90	46.40	23.26	22.31	20.90	23.52
20.92	20.92	20.92	22.19	22.19	21.48	21.10	21.14
+1.1	+0.3	0.0	+24.2	+1.1	+0.8	−0.2	+2.38
±0.493	±0.486	±0.483	±0.655	±0.506	±0.496	±0.484	±0.505
A	A	C	A	A	A	A	A′

ゴム前掛	ズボン（TS）	同（SB）	同（NN）	同（TS）	手指（TS）	同（NN）	雑布
*Ce, *Sr	*Sr	*Ce	*Co	*Sr	*Sr	*Co	*Ce, *Sr
28.25	23.75	24.76	22.53	23.21	25.10	23.31	26.83
22.62	22.62	22.62	21.09	21.09	21.00	21.81	21.97
+5.6	+1.1	+2.1	+1.4	+2.1	+4.1	+1.5	+4.9
±0.543	±0.511	±0.517	±0.497	±0.498	±0.515	±0.503	±0.531
B	B	B	B	B	D	D	B

B. GM. 計数管プローブによる直接測定. C. 濾紙塗抹法. D. 標本瓶法.

図1　30秒測定による床の表面汚染分布

						2		1	4			2	1	1	1		1		6
2		2	3		1	2	1		2		6			1			1	5	2
5			1	2		1		4		4		3	1	3	2	6		3	1
			2	8	2	5	3	1	3		1	6	6	5	5	4			1
			3	1	3	1	1	2	6	5	9	3	1	2	2	3	1		1
1		1			4	1	2	3	4	8	7	2	1	5	3	1		4	
3		2	4		6	4	1	2		5	5	2	1	4		1			
				3		5	3	4	3	1	1	1	2		7	2		2	1	2
4			1	4	1	1	1	3	6			2	1	5	2	2		3		1
				3	2	3	3	5	1		3	3	4	2	8		2	1	
		1	3	1		1	1	1		4						2		5	
1			2			3	3	3	2	1	1	1	1	3	1	6			
				5				1	1	7	1	3		2		2		2	3	
2		3	1	6	1	4	2				4		1	5	1		1		1
5		1		2		1	1	3		1		1	1	1			2	2	4	
			3		2		4				1	1				2			3	1
7			3				2	5		3			3	1	3	1		1	5	
1			2		3	10	3	5	6		2	4	2							2
		1		1				5	2	5	3		4	3	5	4	1	2		
2			1	3	1	6		1	2	3		1		1	3	2	6	4	3	2
		2			4	2	4	3	1	4		3	2	1	4					
1			2	4	1	8		1	1	9	4	5	4		1	7			2	
1		4		1		1		1	2	3		5		1		1		1		
		3			1				3	4		8	1	5					4	
1						2	2	3		5	1	1	2		1		2	1		2
4			2		2			3	1				3	1	3	4	3	2		
		2		2		3			8	2		1		2		1				2
3			1	5		2		3			1		3	2					1	5
			4		3		1	1	1			4			1	3		1		
1		4	5	3	4	3	1	1		2			4	3	3					1
		1		6		4						1			4					
															5			5	2	

自然計数11カウント/30秒，数字は測定数値より自然計数を差引いたもの，
数値が負の値のものは空欄とした．

表2　RI・使用量

	核種	使用量	実験動物数又は人体数	実験器具使用延数
第1実験室	^{32}P	228μc	ラット 24頭	240
	^{131}I	450μc	人体 3	27
第2実験室	^{144}Ce	1935μc	ラット 356頭	2316
	^{89}Sr	1160μc	ラット 290頭	1335
	^{60}Co	100μc	なし	60

は，自然計数を差引いて約5カウント以上の計数値の場合であるので，毎分5カウント以上の放射能を検出した場合を拾つて見ると，半減期の短い ^{32}P, ^{131}I を使用した第1実験室では，ゴム手袋を使用せざる場合の手指洗滌液で28.9カウントが最高で，排水溝泥の11カウントの順となり，他は総べて5カウント以下の放射能を検出したに過ぎなかつた．

半減期の長い ^{144}Ce, ^{89}Sr を使用した第2実験室では，^{144}Ce 実験動物の飼育箱扉の24.2カウントが最高で，以下 ^{89}Sr 実験者の靴（外面）の20.9カウント，床の一部の 6.8カウント，ゴム製前掛の

5.6カウントの順となり，雑布，手指洗滌液ではこれに稍々近い汚染度を検出した．

以上の成績から，半減期の長いＲＩ．を取扱つた第２実験室の方が汚染の頻度が稍々高く，第１，第２実験室を通じて概ね手指洗滌液，雑布の汚染度が高い事が窺われる．

次に私のデーターで汚染除去の問題と関連して興味深く思われるのは，20.9カウントの放射能を検出した ^{89}Sr 実験者の靴を水洗して測定してもなお 8.1カウントの放射能を検出した事と，Ａ法によつては殆んど放射能を検出し得なかつた第２実験室の床の一部で，Ｂ法では 6.8カウントを検出した事である．これ等の事象は汚染が内部に進行して行つた事が疑われ，汚染後一定時間を経過すると水洗しても効果がない事を示唆するものと思われる．

翻つて放射能汚染の許容水準に就いて見るに，空気及び水の汚染に就いては夫々人体内許容量から定められて居り，又表面汚染の基準は，主として空気中での線量率を基礎とし，これに核種別或いは各放射線の特性を幾分加味して作られて居るが，必ずしも前者程判然とした規定があるわけではない．特殊な高度の汚染がやむなくされて居る作業場においては，生物学的な反応，即ち血液所見，或いは皮膚の状態等よりする，いわば全く経験的なところに許容度が求められて居る場合もあるようである．実際表面汚染を厳密に規定しようとすると，その因子はなかなか複雑である．床面の汚染を例にとつて見ても，それが充分に洗い上げられた後になお残存する放射能であれば，人体に対する影響は外部照対のみの問題となるであろうが，洗われて居ない床の放射能は，内部照射を考慮に入れて，核種別の取扱い方をしなければならない事になり，表面汚染の許容度の厳密な基準はなかなか定め難くなる．

表面汚染の危険性は汚染の分布によつても異るが，今サーベメーター或いはＧＭ．計数管プローブにより検出する場合の，表面汚染の基準の一例として，湯浅の引用する Harwell 原子力センターで採用されて居るものを見ると，β放射性物質による許容汚染度は実験室の壁，床又は衣服で５c/sec（$10^{-4}\mu c/cm^2$），手で 0.5c/sec（6000崩壊/分/手），人体の手以外の部分で 2c/sec（$5\times10^{-}\mu c$ cm^2）となつて居る．従つて手の汚染を指標とすれば人体の手以外の部分ではその４倍，実験室の床等では10倍の汚染までは許されている事が窺われる．

Schweizer の掲げる表面汚染の基準では，衣服，机上及び身体等は 250count/min となつて居り，概ね前者の基準と等しいが，たゞ手では 350count/min と定められて居り，衣服等よりも反つて高い汚染の基準を設けて居る．

私達の実験室で検出された放射能の中で，Ｂの方法により検出されたものは，主として体外照射としての意義をもつものと見做し，前述の表面汚染の規準によつて検討して見ると，例えば靴の表面汚染20.9C/min/ 4.9cm² (^{89}Sr)は Harwell 原子力センターの基準 $10^{-4}\mu c/cm^2$ の約$^1/_3$に当る．

Ｃの方法により計測した流し縁の 1.7C/min は Schweizer の基準 100C/min/12平方 inch の約２％に過ぎない．

又Ａの方法及びＤの方法により検出した放射能は，内部照射の立場からの危険がより大きいと假定し，ＮＢＳ案[4]のＲＩ．人体内許容量にその基準を置いて検討すれば，Ａの方法で検出された動物箱扉の塵埃24.2C/min/20mg（^{144}Ce）は ^{144}Ce の人体内全蓄積量の最大許容量１μc の約 0.1％に当り，Ｄの方法により検出した手指の汚染28.9 C/min（^{131}I）は ^{131}I の全身蓄積量の最大許容量（0.6μc）の約 0.3％である．

以上の結果から明らかなように，部分的な汚染を除いて，私達の実験室内の放射能汚染の濃度は，Schweizer 等の定めて居る許容濃度を遙かに下廻るものであり，この程度の汚染は現在の私達の実験室のような換気，その他の設備万端の不完全な実験室では許さるべきものであろう．

Ｖ むすび

1） 追跡子実験室内のＲＩ．による汚染，特に表面汚染を数種の検出方法を併用して測定した．

2） 検出汚染度は総べて Harwell 原子力センター又は Schweizer の定むる許容汚染度を遙か

に下廻るものであつた.

3) 比較的汚染度の高いところは排水溝泥，手指，雑布，靴，床面の一部等であつた.

稿を終るに臨み御指導と御校閲を賜つた恩師亀田教授に深甚の謝意を表すると共に，御懇篤なる実地指導を忝くした片山助教授に深謝する.

文 献

1) 田島英三：(5より引用). —2) 湯浅年子：放射性同位元素とその生物学医学への応用. 培風館 昭30年. —3) Schweizer G.K., Whitney I.B., 三輪訳：放射性追跡子実験技術，東京，共立出版 昭29. —4) NBS Handbook 52：(6より引用). —5) 三宅泰雄：放射能汚染と処理，東京，地人書館，昭32年. —6) アイソトープ実験技術第3集，化学の領域増刊26号，東京，南江堂，昭32年 p. 335-338.

其の他の参考文献

7) 医学シンポジウム第12輯，放射性アイソトープ，東京，診断と治療社 昭31年. p. 81-98. —8) Anderson E.E.: Radioisotopes in Medicine, United States Atomic Energy Commission, New. York, 1953, p. 35-63. —9) 水野，川野：広島医学(原著号), 4巻4号, p. 101-103, 昭31年. —10) 武谷三男編：死の灰，東京，岩波書店 昭29年. —11) Smullen W.C., 江藤訳：アイソトープ技術の基礎，東京，医歯薬出版 昭32年. p. 45-68. —12) Spear F.G., 玉木訳：放射線と生細胞，みすず書房 昭32年. p. 128-149. —13) 石井千尋他：自然，1956，9月，p. 8～17. —14) 原島進：環境衛生学，東京，南江堂 昭25年. p. 174-178.

On the Radioactive Contamination of Tracer Laboratory

By

Tadashi Shono

Department of Radiology, Faculty of Medicine, Kumamoto University

(Director Prof. Kaisuke Kameta)

To measure the surface contamination with radioactive isotopes in the tracer laboratory, the following several methods were tried.

1) The dust, collected by electric cleaning-machines or the other methods, each 20 mg was measured with Geiger-Mueller counter.

2) Surface contamination of a floor, a desk or clothes etc. was measured directly with the probe of Geiger-Mueller counter.

3) To measure the contamination of such a wet matter as a sink (washing-table), smear method was applied.

4) To measure the contamination of the hand, N/10 HCl or water added carrier $Ca(H_2PO_4)_2$ or KJ was prepared to wash the hand in it. Then the radioactivity of a certain volume of this solution was measured.

As the results the radioactive contamination was generally less than that shown by standards of Hawell Atomic Energy Center, but 5.0～28.9 counts per minute was found on the limited part of floor, hand or shoes.