

簡易型線量計の測定特性の検討

小西 浩之*、富士栄 聡子、生嶋 清美、金子 雅信、保坂 三継、中江 大

東京都健康安全研究センター（〒169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1）

Examination of Measurement Characteristics of Handheld Dosimeters

Hiroyuki KONISHI*, Satoko FUJIE, Kiyomi IKUSHIMA, Mitsugu HOSAKA, and Dai NAKAE

Tokyo Metropolitan Institute of Public Health (3-24-1 Hyakunincho, Shinjyuku, Tokyo 169-0073 Japan)

Summary

We investigated the characteristics of commercial handheld dosimeters of GM type, Si semiconductor type and CsI scintillation type, under the some measurement conditions that were supposed to be in low dose rate area.

Handheld dosimeters of GM type indicated values 1.5 to 1.9 times larger than NaI(Tl) scintillation survey meter (TCS-171B) on the measurement of air dose rate at 1 m above the ground. However, GM type is useful for detecting a partial radioactive contamination site because the value measured by GM type resembles to that of the TCS-171B when dose rate is high. Many of handheld dosimeters of Si semiconductor type showed the mean value similar to TCS-171B in the experiments which assumed the measurement of low dose rate area. However, this type has to calculate a mean of several times because a large variation in the measurements. Handheld dosimeters of CsI scintillation type in general showed measured values which were similar to that of TCS-171B in all measurement condition, and the peculiar tendency was not observed on this type.

When measuring at identical situation, handheld dosimeters examined in this study do not necessarily indicate the same value as the NaI(Tl) scintillation survey meter. But those dosimeters were concluded usable to know the rough dose rate in low dose rate area.

Key Words: Handheld dosimeter, NaI(Tl) scintillation survey meter, Air dose rate, Radioactive contamination site

1. はじめに

2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島原発）事故で環境中に放出された人工放射性核種は、首都圏を含む広い範囲にまで達した。これらの地域の空間線量率は、一時的に高値を示したが徐々に減少し、事故後3年以上が経過した現在では首都圏など福島原発から離れた地域では事故前の平常時の線量率の範囲にまで低下している¹⁾。しかし、国の環境放射能水準調査による毎月の定時降下物は、事故直後に比べると低レベルとなったが、現在でも¹³⁴Cs、¹³⁷Csが検出されている²⁾。

原発事故後、個人向けの簡易型線量計が一般に広く普及し、個人所有のほか東京都新宿区、埼玉県朝霞市、千葉県柏市など首都圏の複数の地方自治体で市民向けの貸出しを行っている。これらの簡易型線量計は比較的安価に入手でき、原発事故後の身近な場所の放射線量を簡便に知る手段として有用な機器と考えられるが、その性能について信頼できる検証

事例は国民生活センター³⁻⁴⁾や古田ら⁵⁾の報告など少なく、国や地方自治体が環境放射線モニタリング指針⁶⁾に基づき行っている空間放射線の測定結果や放射線測定に関するガイドライン等⁷⁻⁸⁾で指定されたNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータの測定値との整合性も不明である。

そこで、一般に販売されている簡易型線量計について、検出器が異なる機種をそれぞれ複数用意し、首都圏など低線量率な場所での測定を想定した測定条件を設定して、測定特性の検討を行ったので報告する。

2. 調査方法

(1) 目的

本稿の目的は、2011年3月の福島原発事故により人工放射性核種の降下があった地域であって、自然放射線のみが存在する状況に近い低線量域において、簡易型線量計を使用したときの測定特性を総括的に評価することにある。そのために、

*Corresponding author: TEL: 03-3363-3231, FAX: 03-3368-0088, E-mail: Hiroyuki_Konishi@member.metro.tokyo.jp

低線量域での使用で想定される以下の3つの状況を実験的に設定し、簡易型線量計の検出器の違いによる測定特性の特徴及びガイドライン等⁷⁻⁸⁾で指定されているNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ(以下、NaI(Tl)シンチレーション式)と比較したときの測定値の傾向を検証する。

a) 空間線量率

地上から1 mの高さでの空間線量率測定。NaI(Tl)シンチレーション式の線量計で測定したとき、おおむね0.1 $\mu\text{Sv/h}$ までの場所を便宜的に低線量域とした。

b) 周囲より線量率が高い場所

福島原発事故による放射性降下物があった地域では、広域的には低線量域であるが都立水元公園でみられた⁹⁾ような局所的に高線量率な場所が存在することがある。こうした周囲よりも空間線量率の高い場所。

c) 部分的な汚染場所

b)と同様に、低線量域であっても雨水や泥がたまりやすい地面、側溝などで線量計を近づけると線量率の高い汚染場所がしばしば存在する。これら部分的な汚染場所。

なお、簡易型線量計とNaI(Tl)シンチレーション式の線量計との比較については明確な判断基準がないが、NaI(Tl)シンチレーション式で測定した場合、ランダムな放射線の放出により $\pm 15\%$ 程度の測定誤差が見込まれることから、本論では簡易型線量計の測定値がNaI(Tl)シンチレーション式の測定値の $\pm 15\%$ 以内であるときを近似の数値であったと判断する。また、簡易型線量計をそれぞれの状況で実際に使用したときの測定値の傾向を調査するため、B.Gは差し引かないこととする。

エネルギー補償機能がない簡易型線量計は、機器ごとに設定された計測時間によるが低線量域の測定では計数率の大小の違いが繰り返し測定したときの精度に影響すると考えられるので、あらかじめ簡易型線量計の基本的な性能を知るために計数率の測定を行う。

(2) 使用機種

a) 簡易型線量計

簡易型線量計は14機種、一部の線量計は2台使用したため合計17台を用いた(Table 1)。本稿で用いた測定機体は、いずれも市販されているハンディタイプの線量計で、ガイガー＝ミュラー計数管式(以下、GM管式)6機種6台(No.1～6)、Si半導体式4機種5台(No.7～10、うちNo.7は2台使用(7a, 7b))、CsIシンチレーション式4機種6台(No.11～14、うちNo.11および12は各2台使用(11a, 11bおよび12a, 12b))である。なお、本稿は個々の線量計の性能評価ではなく一般に入手可能な線量計の総括的な評価を目的とするため、Table 1に示した線量計とNo.1～14の対応関係は非公開とした。測定単位はすべて1センチメートル線量当量率($\mu\text{Sv/h}$)で、エネルギー補償機能は有しない。

いずれの線量計もカタログに検出器の大きさの記載がなかったため、Table 1の検出器外寸は分解により確認した。GM管式のGM管はすべて円筒形で、電極および側面突起部を除いた直径(ϕ) $\times$ 長さ(mm)を示した。GM管の材質はガラス管が1機種、他はすべて金属被覆管であった。Si半導体式はSiフォトダイオードの光検出部の縦 $\times$ 横(mm)の大きさ及び複数使用していた場合はその個数を示した。CsIシンチ

Table 1 簡易型線量計の機器仕様

線量計 (No)	機種名	検出器	検出器外寸 (mm)	測定範囲 ($\mu\text{Sv/h}$)	誤差 (%)	製造国
1 - 6	MKS-05 TERRA-P	GM 管	9.6 ϕ $\times$ 73	0.1 - 999.9	± 25	ウクライナ
	RADEX RD1503		9.6 ϕ $\times$ 73	0.05 - 9.99	± 15	ロシア
	JB4020		11 ϕ $\times$ 80	0.01 - 200	± 30	中国
	SOEKS-01M(2.0L-JP)		9.6 ϕ $\times$ 73	-1000	-	ロシア
	MSW311-SPK1		9.8 ϕ $\times$ 90	0.04 - 443	-	日本
	RAY-2000A		5.0 ϕ $\times$ 27	0.01 - 5000	± 15	中国
7 - 10	BELL-ME CK-6	Si 半導体	5.5 $\times$ 4.8	0.01 - 999.9	-	日本
	AIR COUNTER_S		5.5 $\times$ 4.8 $\times$ 4 個	0.05 - 9.99	± 15	日本
	DOSE e		16 $\times$ 13 $\times$ 2 個	0.00 - 999.9	± 15	日本
	FM-h2		3.0 $\times$ 3.0 $\times$ 4 個	0.05 - 9.99	-	日本
11 - 14	Radi PA-1000	CsI	19 $\times$ 19 $\times$ 15	0.001 - 9.999	± 10	日本
	RADCOUNTER DC-100		18 $\times$ 18 $\times$ 3.0	0.01 - 19.9	± 20	日本
	AIR COUNTER_EX		10 $\times$ 10 $\times$ 10	0.01 - 99.9	± 15	日本
	DoseRAE2 PRM-1200		10 $\times$ 11 $\times$ 3.0	0.01 - 10	± 30	米国

レーション式はCsIシンチレータを覆う遮光ケースの縦×横×高さ(mm)を示した。

b) NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータ

比較に用いたガイドライン等⁷⁻⁸⁾で指定されているNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータは、日立アロカメディカル社製のエネルギー補償機能を有する3機種(TCS-171 B、TCS-172 B、TCS-166)を用いた。TCS-172 Bは1 cm 線量当量率($\mu\text{Sv/h}$)、TCS-166は空気吸収線量率($\mu\text{Gy/h}$)、TCS-171 Bはその両方の測定が可能である。また、TCS-172 Bは計数率(s^{-1})の測定も可能な機種である。3機種の機器仕様は、検出器に25.4 ϕ ×25.4 mm 円筒型ヨウ化ナトリウムタリウム(NaI(Tl))シンチレータを用い、測定範囲はB.G.~30 $\mu\text{Sv/h}$ 、エネルギーレンジは50 keV~3 MeV(TCS-166は60 keV~3 MeV)、エネルギー特性は60 keV~1.5 MeV(TCS-166は70 keV~3 MeV)の範囲で¹³⁷Csに対して $\pm 15\%$ 以下である。デジタル指示精度は、線量率について指示値に対する許容誤差 $\pm 15\%$ 以下(TCS-172 Bの計数率について指示値に対する許容誤差 $\pm 3\%$ 以下)で、いずれの機種も一年以内に校正されている。本稿ではTCS-171 Bを2台用意し、一つを $\mu\text{Sv/h}$ 表記、もう一つを $\mu\text{Gy/h}$ 表記で用いた。なお、 $\mu\text{Sv/h}$ と $\mu\text{Gy/h}$ は本来直接比較するべきではないが、環境放射線モニタリング指針⁶⁾では実効線量の推定値を求めるにあたりいずれの測定値も用いられることから、本稿では参考までに比較を行った。



Fig.1 計数率及び¹³⁷Cs線源の測定



Fig.2 地上から1 mの高さの空間線量率の測定

(3) 調査

a) 計数率の測定

¹³⁷Cs線源を用いて0.1 $\mu\text{Sv/h}$ 程度の線量率となる場を設定し、簡易型線量計の計数率を求めた。簡易型線量計は、放射線を検出したとき検出音を発するGM管式3機種3台(No.1、4、5)、Si半導体式2機種3台(No.7(a、b)、9)、CsIシンチレーション式3機種5台(No.11(a、b)、12(a、b)、13)の計8機種11台および比較のためにNaI(Tl)シンチレーション式のTCS-172 Bを用いた。

線源としてアイソトープ協会製の10 kBqの校正用¹³⁷Csセルを用い、簡易型線量計の基準点(基準点の表示のないGM管式はGM管の長軸方向の中心)を線源の直上10 cmの高さにあわせ、線源と平行になるように配置した(Fig.1)。線量計の電源投入5分後から5分間かけて手動カウンターで検出音をカウントし、総カウント数から1分間あたりの計数率(cpm)に換算した。同時に、カウント終了時に液晶画面に表示された線量率($\mu\text{Sv/h}$)を記録した。

TCS-172 Bは測定モードを計数率(s^{-1})、時定数を30秒に設定して線源の直上10 cmの高さにプローブの先端が線源に向くように垂直に保持し、電源投入5分後から1分ごとに5回測定し、5回の平均値を求め、1分間あたりの計数率(cpm)に換算した。同様に、測定モードを線量率($\mu\text{Sv/h}$)とし、5回の測定の平均値を求めた。

b) 空間線量率の測定

空間線量率の測定は、2013年11月14日に行った。測定地点は、東京都健康安全研究センター敷地内(新宿区)の地上1 mの空間線量測定を毎日行っている定点¹⁰⁾で、当月の定時測定の空間線量率は0.06~0.07 $\mu\text{Gy/h}$ であった。

厚さ7 mmの発泡スチロール板をアングルを用いて地上から1 mの高さとなるように地面と平行に設置し、簡易型線量計No.1~14の液晶表示部を上向きに配置し(Fig.2)、電源投



Fig.3 模擬汚染場所



Fig.4 模擬汚染場所の測定

入 5 分後から 1 分間ごとに線量率を 5 回測定した。なお、No.8 は電源投入 5 分後に線量率表示して一回の測定を終了するタイプのものではあったので、一連の測定操作を 5 回行った。

同様に NaI (Tl) シンチレーション式の TCS-171B (2 台)、TCS-172 B、TCS-166 のプローブを地上から 1 m の高さで地面と水平に保持し、測定モードを 1 センチメートル線量当量率及び空気吸収線量率、時定数を 30 秒に設定して線量率を 5 回測定した。

c) ^{137}Cs 線源の測定 (周囲より線量率が高い場所の測定)

Fig.1 の器具を用い、10 kBq の校正用の ^{137}Cs セルを 4 個重ね、線源の直上 5 cm の高さで $0.5 \mu\text{Sv/h}$ 程度の線量率となる場を設定し、a) と同様に簡易型線量計 No.1 ~ 14 を置き、b) と同様に線量率を 5 回測定した。

同様に、NaI (Tl) シンチレーション式の TCS-171 B の測定モードを 1 センチメートル線量当量率、時定数を 30 秒に設定して線量率を 5 回測定した。

d) 模擬汚染場所の測定 (部分的な汚染場所の測定)

福島原発事故による放射性降下物を含む土壌と腐葉土を混合したものを 25 cm 四方のビニール袋に約 400 ~ 900 g 詰め、これを縦 3 × 横 3 に 9 袋配置し、部分的な汚染場所を模した不均一な面線源を設定した (Fig.3)。使用した土壌と腐葉土の混合物の一部を分取してゲルマニウム半導体検出器で測定し、人工放射性核種の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs および天然放射性核種の ^{40}K 、 ^{212}Pb 、 ^{214}Bi 等を含むことを確認した。また、TCS-171 B を用いて模擬汚染場所を設定した室内の B.G と模擬汚染場所中心部の直上 1 m の高さおよび各袋の中心部にプローブを密着させたときの線量率をそれぞれ 5 回測定し、模擬汚染場所の状況を確認した。

模擬汚染場所の中心部に簡易型線量計 No.1 ~ 14 を置き、b) と同様に線量率を 5 回測定した (Fig.4)。

3. 結果

(1) 計数率

計数率の測定結果を Table 2 に示した。簡易型線量計の計数率は、GM 管式 23 ~ 28 cpm、Si 半導体式 4.4 ~ 12 cpm、CsI シンチレーション式は、No.11 を除くと 26 ~ 35 cpm であった。No.11 は検出数が多く手動カウンターでは数え落としが生じて正確な計数ができなかった。一方、TCS-172 B の 5 回測定の平均値は 2,160 cpm、最小値 2,100 cpm、最大値 2,220 cpm であった。簡易型線量計の計数率は No.11 を除くと TCS-172 B の 1/50 以下であり、特に半導体式は 1/100 よりも小さかった。

次に、線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) は、TCS-172 B の $0.108 \mu\text{Sv/h}$ に

Table 2 計数率の測定結果

線量計 (No)	検出器	計数率 (cpm)	線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
1	GM 管	27	0.150
4		28	0.190
5		23	0.140
7a	Si 半導体	4.4	0.070
7b		5.2	0.100
9		12	0.110
11a	CsI	—*	0.116
11b		—*	0.114
12a		35	0.070
12b		30	0.070
13		26	0.140
TCS-172B	NaI (Tl)	2160**	0.108

* 検出音が多く、手動カウンターで計数不能

** 5 回測定の平均値 (s^{-1}) を 1 分間あたりの計数率 (cpm) に換算

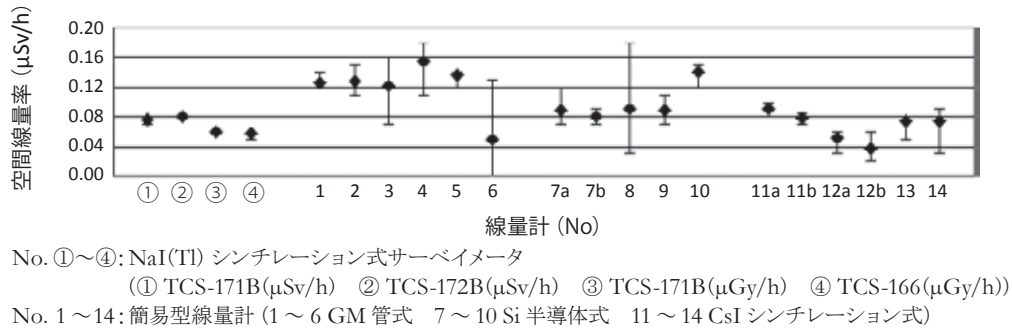


Fig.5 地上1mの空間線量率の測定結果

対して Si 半導体式の No.7 b, 9 および CsI シンチレーション式の No.11 が ±15 % 以内の数値を示した。GM 管式は 30 ~ 76 % 高い数値を示した。

(2) 空間線量率の測定

空間線量率の測定結果を Fig.5 に平均値、最小値から最大値までの変動の範囲で示した。5 回の測定結果であり、測定値が正規分布に従うことを確認できていないため誤差の計算は行わなかった。

空間線量率の平均値は、NaI(Tl) シンチレーション式の TCS-171 B、TCS-172 B とともに 0.08 μSv/h で、最小値から最大値までの変動範囲は ±15 % 以内であった。

簡易型線量計で平均値が TCS-171 B の平均値に対して ±15 % 以内であったものは、Si 半導体式の No.7 ~ No.9 と CsI シンチレーション式の No.11、13、14 の 6 機種 8 台で、GM 管式は TCS-171 B の平均値より No.1 ~ No.5 は 53 % ~ 93 % (約 1.5 倍 ~ 1.9 倍) 高い数値を示した。

一方、簡易型線量計の変動の範囲は大きいものが多く、±15 % 以内であったものは GM 管式の No.1、No.5、Si 半導体式の No.7 b、No.10 及び CsI シンチレーション式の No.11 の 5 機種 6 台であった。

次に、TCS-171 B 及び TCS-166 の空気吸収線量率の平均

値 0.06 μGy/h と比較すると、GM 管式の No.6 と CsI シンチレーション式の No.12 のほかはいずれも高い数値を示し、GM 管式の No.1 ~ No.5 は 103 ~ 157 %、Si 半導体式の No.7 ~ 10 は 33 ~ 133 %、CsI シンチレーション式の No.11、13、14 は 23 ~ 51 % 高い数値を示した。

(3) ¹³⁷Cs 線源の測定

¹³⁷Cs 線源の各線量計の測定結果を (2) と同様に集計し、Fig.6 に示した。

TCS-171 B の平均値 0.54 μSv/h に対する簡易型線量計の平均値が ±15 % 以内であったものは GM 管式の No.2 ~ 5、Si 半導体式の No.7、9 及び CsI シンチレーション式の No.11、12 の 8 機種 11 台であった。

変動の範囲は、TCS-171 B は ±15 % 以内であった。一方、簡易型線量計で ±15 % 以内のものは GM 管式の No.1、2、4、Si 半導体式は No.9、CsI シンチレーション式の No.11、12 a、13 の 7 機種 8 台であった。

(4) 模擬汚染場所の測定

模擬汚染場所の線量率は、TCS-171 B の 5 回測定の平均値で、実験室内の B.G は 0.07 μSv/h、模擬汚染場所の中心部直上 1 m の高さで 0.08 μSv/h、プローブの先端を 9 つの袋の

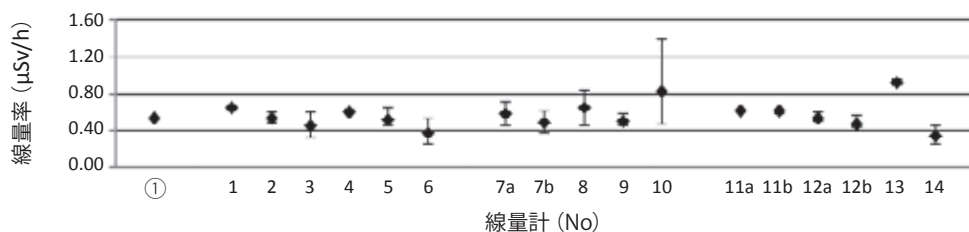
Fig.6 ¹³⁷Cs 線源の測定結果

Table 3 模擬汚染場所の線量率

(μSv/h)			
実験室 (B.G)			
0.07			
模擬汚染場所の直上 1 m			
0.08			
模擬汚染場所 (各袋中心部付近)	0.30	0.29	0.27
	0.35	0.39	0.36
	0.35	0.34	0.38
線量計 : TCS-171B			

それぞれの中心部に密着して測定した線量率は 0.27 ～ 0.39 μSv/h、模擬汚染場所中心部の袋の線量率は 0.39 μSv/h であった (Table 3)。

模擬汚染場所における各線量計の測定結果を (2) と同様に集計し、Fig.7 に示した。

TCS-171 B の平均値 0.39 μSv/h に対して簡易型線量計で平均値が TCS-171 B の平均値に対して ±15 % 以内であったのは、GM 管式の No.1、2、5、Si 半導体式の No.7、9 と CsI シンチレーション式の No.11b、12a の 8 機種 9 台であった。

変動の範囲は、TCS-171 B は ±15 % 以内であった。一方、簡易型線量計で ±15 % 以内のものは GM 管式の No.1、2、5、6、CsI シンチレーション式の No.11 ～ 13 の 6 機種 8 台であった。Si 半導体式の変動の範囲はすべて ±15 % より大きかった。

4. 考察

(1) 検出器の違いによる簡易型線量計の特徴

a) GM 管式簡易型線量計

計数率の測定に用いた No.1、4、5 はいずれも金属被覆管の GM 管を使用しており、No.5 は GM 管の長さが 17 mm 大きい計数率は近似しており、TCS-172 B と比べると 1/50 以下であるが簡易型線量計では CsI シンチレーション式と同等であった。

空間線量率の測定では、GM 管式はエネルギー補償型の

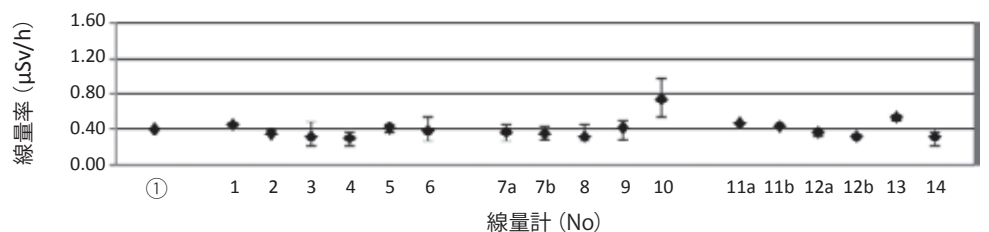
TCS-171 B と比べて大きい数値を示すことは予想されたが、0.08 μSv/h の場所で約 1.5 ～ 1.9 倍程度高い数値を示すことを確認した。GM 管式線量計は、他の簡易型線量計と比べても高い数値を示すので、空間線量率の測定結果を異なる検出器の線量計で測定した結果と比較する場合は注意が必要である。

一方、¹³⁷Cs 線源を用いた 0.5 μSv/h 程度の線量率の場での測定と模擬汚染場所の測定では TCS-171B と近似した線量率を示すものが多かった。よって、測定時間が短く、線量率の変化に対して他の線量計より鋭敏に反応する GM 管式線量計は部分的な汚染場所の検索には有用と考えられる。

なお、GM 管式線量計はβ線の検出を目的に GM 管が外部から見える構造としたものとプラスチックのケース内にあって外部から GM 管が見えないものの 2 つのタイプがあったが、今回の測定条件下では両者に明確な違いは見られなかった。

b) Si 半導体式簡易型線量計

Si 半導体式線量計の計数率は他の検出器のものと比べて小さく、No.7 の 2 台は 1 分間あたり 5 カウント程度であった。分解確認では No.7 の Si フォトダイオードの面積の合計は約 100 mm² であった。一方、12 cpm の No.9 の Si フォトダイオードの面積は No.7 の約 4 倍あった。空間線量率の平均値は、No.10 を除くと、TCS-171 B と近似の測定値を示した。同様に、¹³⁷Cs 線源及び模擬汚染場所の測定でも No.10 を除くと No.8 が TCS-171 B の平均値の ±15 % から約 5 % はずれたが、おおむね TCS-171 B と近似の測定値を示した。しかし、いずれの測定条件でも平均値に対する変動の範囲は大きいものが多かった。なお、No.10 は他と比べて高い数値を示す傾向が見られたが、この機種は分解確認で Si フォトダイオードが小さく、No.7 の 1/3 程度の面積であった。谷村ら¹¹⁾は Si ダイオードは光検出部が 10 mm×10 mm のもので自然放射線レベルの測定が可能としていることから、これより面積が小さい No.10 の場合は 1 台のみの結果であり機種の個体差の可能性も否定できないが、今回の測定条件よりも更に長時間の測定により測定値が安定化する可能性がある。また、他の機種についても、1 回の測定あたりの変動の幅が大きいので、複数回の測定を行っ



No. ①: NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータ TCS-171B

No.1 ～ 14: 簡易型線量計 (1 ～ 6 GM 管式 7 ～ 10 Si 半導体式 11 ～ 14 CsI シンチレーション式)

Fig.7 模擬汚染場所の測定結果

で平均値を求める必要がある。

c) CsI シンチレーション式簡易型線量計

CsI 式線量計 4 機種の数率は、No.11 が他の機種と比べて大きく、これは CsI シンチレータの体積が他のものより大きいためと考えられる。No.12, 13 の数率は見かけ上は GM 管式と同等であったが、線量率に換算するうえでの 1 カウントあたりの寄与は CsI シンチレーション式のほうが小さいといえる。CsI シンチレーション式は、空間線量率の測定で No.12 が他より低い数値を示したが、他は TCS-171 B と近似した測定値であった。¹³⁷Cs 線源及び模擬汚染場所の測定では平均値に特有な傾向は見られなかったが、変動の範囲は $\pm 15\%$ 以下となるものが多かった。CsI シンチレーション式の測定特性は、少なくとも今回の調査条件下において、他の検出器のものに比べて特有の傾向はなく、線量率を算出する線量率演算アルゴリズムの違い等、機種ごとの設定に依存している可能性がある。しかし、空間線量率、¹³⁷Cs 線源、模擬汚染場所の測定とも、多くは TCS-171 B に近似した測定値を示し、変動の幅も小さかったことから、GM 管式と Si 半導体式にみられた測定上の注意点もなく、簡易型線量計の中では低線量域で扱いやすい機種であるといえる。

(2) 簡易型線量計の測定特性

簡易型線量計は、多くは検出器の違いによってそれぞれに測定特性が異なることがわかった。ここでは、これらの線量計を首都圏など低線量域で使用していくうえでの総括的な特性についてまとめる。

本稿の目的で記したとおり、原発事故により人工放射性核種の降下があった地域であって、自然放射線のみが存在する状況に近い低線量域での測定、つまり①空間線量率の測定、②周囲より線量率の高い場所の測定、③部分的に線量率の高い場所の測定を想定した実験結果から、今回使用した簡易型線量計は、空間線量率の測定で GM 管式の線量計が TCS-171 B より 1.5 ～ 1.9 倍程度大きな数値を示すこと、Si 半導体式では平均値に対する変動の範囲が大きいことを知ったうえで使用するのであれば、0.1 $\mu\text{Sv/h}$ 以下の場で測定したとき、追加被ばく線量年間 1 ミリシーベルト¹²⁾にあたる 0.23 $\mu\text{Sv/h}$ を超えるなど過大な数値を示したものはなく、いずれの線量計も低線量域の測定においておおその線量率を知るために必要条件を満たしており、有用と考えられた。

しかし、簡易型線量計の示す数値はガイドライン等⁷⁻⁸⁾で指定された NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータとは同一の場所で測定した場合でも必ずしも同じ数値を示すとは限らず、おおその線量率を知るための道具であることを理解して使用すべきである。また、簡易型線量計で特異的に高い数値を示した場合には実際に線量率が高い可能性を否定できないので、ガイドライン等で指定された線量計による確認等の対応が必要と考えられる。

5. まとめ

市販されている簡易型線量計について、首都圏など低線量域で使用することを想定した測定条件を設定して、ガイドライン等で指定されている NaI(Tl) シンチレーション式サーベイメータと測定値の比較を行うことにより、簡易線量計の測定特性を検討した。

GM 管式の線量計は空間線量率の測定で TCS-171 B の約 1.5 ～ 1.9 倍高い数値を示したが、¹³⁷Cs 線源及び模擬汚染場所の測定では TCS-171 B と近似した数値を示した。よって、部分的な汚染場所の探索には有用と考えられた。Si 半導体式の多くは空間線量率、¹³⁷Cs 線源及び模擬汚染場所の測定で TCS-171 B と近似した平均値を示したが、変動の幅が大きいので複数回の測定が必要である。CsI シンチレーション式は他の検出器のものに比べて特有な傾向は認められなかったが、いずれの測定条件でも TCS-171 B と近似した測定値を示すものが多く、変動の幅も小さかった。

今回調査した簡易型線量計の性能を総括的に評価すると、同一の場所で測定したときガイドライン等で指定された線量計の TCS-171 B と同じ数値を示すとは限らないが、低線量域の測定でおおその線量率を知るためには有用と考えられた。

参 考 文 献

- 1) 「放射線モニタリング情報 都道府県別環境放射能水準調査結果」、原子力規制委員会 HP (<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/224/list-1.html>)、2014 年 11 月閲覧
- 2) 「放射線モニタリング情報 定時降下物のモニタリング」、原子力規制委員会 HP (<http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/list/195/list-1.html>)、2014 年 11 月閲覧
- 3) (独) 国民生活センター、比較的安価な放射線測定器の性能、平成 23 年 9 月 8 日。 http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20110908_1.pdf (2011)
- 4) (独) 国民生活センター、比較的安価な放射線測定器の性能 第 2 弾一、平成 23 年 12 月 22 日。 http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20111222_1.pdf (2011)
- 5) 古田悦子、草間経二：市販の簡易型線量計の性能調査。 *RADIOISOTOPES*, **61**, 185-192 (2012)
- 6) 原子力安全委員会、環境放射線モニタリング指針、平成 20 年 3 月 (平成 22 年 4 月一部改訂) (2010)
- 7) 文部科学省、日本原子力研究開発機構：「放射線測定に関するガイドライン」(2011)
- 8) 文部科学省、日本原子力研究開発機構：「学校等における放射線測定の手引き」(2011)
- 9) 東京都建設局、水元公園内の局所的な放射線量の測定結果について、平成 24 年 6 月 25 日報道発表資料。 <http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2012/06/20m6qb00.htm> (2012)

- | | |
|--|--|
| 10) 「放射線測定結果」、東京都健康安全研究センター HP
(http://monitoring.tokyo-eiken.go.jp/)、2014 年 11
月閲覧 | 物対策地域、除染特別地域及び汚染状況重点調査地
域の指定について(お知らせ)、平成 23 年 12 月 19 日
報道発表資料。 http://www.env.go.jp/press/press.
php?serial=14598 (2011) |
| 11) 谷村 嘉彦、美留町 厚、吉田 良、渡辺 鑑：簡易型放
射線測定器に利用するための半導体放射線検出素子の
性能評価、 <i>RADIOISOTOPES</i> , 57 , 733-738 (2008) | 2014 年 9 月 29 日受付 |
| 12) 環境省、放射性物質汚染対処特措法に基づく汚染廃棄 | 2015 年 1 月 20 日受理 |

和 文 要 約

市販されている GM 管式、Si 半導体式及び CsI シンチレーション式の簡易型線量計について、低線量域で使用することを想定したいくつかの測定条件を設定し、測定特性を検討した。

GM 管式は、空間線量率の測定で NaI(Tl) シンチレーション式サーバイメータ TCS-171 B より 1.5 ～ 1.9 倍高い測定値を示したが、線量率が高い場合は TCS-171 B と近似した数値を示すので、部分的な汚染場所の探索に有用である。Si 半導体式の多くは低線量域の測定を想定した実験で TCS-171 B と近似した平均値を示した。しかし、変動の幅が大きいため複数回の測定が必要である。CsI シンチレーション式は、特有な傾向は認められなかったが、いずれの測定条件においても TCS-171 B に近似の測定値を示すものが多かった。

今回調査した簡易型線量計は、同一の場所で測定したとき NaI(Tl) シンチレーション式サーバイメータと同じ数値を示すとは限らないが、低線量域の測定でおおよその線量率を知るには有用と考えられた。

