

# 線量計の動作確認と実際の反応条件について

2012/3/8

株式会社 八進 加藤

## 概要と目的

昨年の福島原子力発電所事故以降、放射線を測定する線量計が注目を集めています。しかし、それ等の線量計の本来の使用目的は、広く認知されているとは言い難いのが現状です。本来の線量計の使用法、並びに現在求められている精度と現行の線量計の差異について、実際にセシウム137の標準線源と体積線源を用いて、下記の内容の試験を実施しました。

尚、この実験は愛知県刈谷市において実施した物です。  
測定環境が変わった際は、測定値等が異なる事に御注意下さい。

## 使用測定器

① ECOTEST MKS-05	1103505
② 日立アロカメディカル社製 TCS-172B	SN : 201K9691

## 使用測定器 使用線源

③ JCSS校正 放射能標準ガンマ体積線源 Cs-137	CS031	線源番号	0023
④ JCSS校正 放射能標準ガンマ線源 Cs-137	CS401	線源番号	4859

## 試験内容

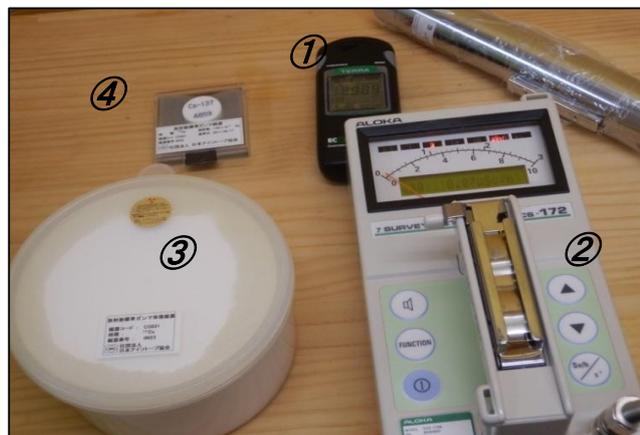
- それぞれの測定器で、同一環境の基にBG(バックグラウンド 通常時)を採取。  
尚、採取条件は、60秒間を5回計測したものとする。
- 使用線源 ③、④をそれぞれ測定器から0~20cmほど離して測定を実施。  
TCS-172Bに関しては実効線がはっきり分かっている為、実効線からの距離において試験を行う。  
MKS-01に関しては実効線が分からない為、測定器の表面からの距離において試験を行う。
- \* 実効線 - 測定器が放射線を感知する場所。 TCS-172Bでは、棒状の先端から約20mm。

## 試験内容からの推察できる予定

- Cs-137の核種において、現在行われている空間線量率と、Bqの関係性についての考察が可能となる。
- Cs-137において、線量計を用いての食品等のスクリーニング検査が適切に行えるかを、判断することが出来る。

## 測定に使用する機器の外観 (右写真)

① MKS-05
② TCS-172B
③ 体積線源 (Cs-137) 6600Bq
④ タブレット線源 (Cs-137) 1000Bq



日立アロカメディカル社製 TCS-172B					測定日時 12/3/2				
③ 体積線源 Cs-137		測定時の放射能			6737Bq		基準日 12/3/2 17:00		
体積	BG	20mm		100mm		200mm		300mm	
	実測値	実測値	実測-BG	実測値	実測-BG	実測値	実測-BG	実測値	実測-BG
1回目	0.06 $\mu$ Sv	0.20 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.09 $\mu$ Sv	0.03 $\mu$ Sv	0.08 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
2回目	0.07 $\mu$ Sv	0.20 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	0.04 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.06 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv
3回目	0.06 $\mu$ Sv	0.21 $\mu$ Sv	0.15 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	0.04 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
4回目	0.06 $\mu$ Sv	0.20 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	0.04 $\mu$ Sv	0.08 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.06 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv
5回目	0.06 $\mu$ Sv	0.21 $\mu$ Sv	0.15 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	0.04 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.08 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv
平均	0.06 $\mu$ Sv	0.20 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	0.04 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv

注意 測定値-BGのBGは平均を使用しております。

日立アロカメディカル社製 TCS-172B					測定日時 12/3/2				
④ 標準線源 Cs-137		測定時の放射能			984.2Bq		基準日 12/3/2 17:00		
タブレット	BG	20mm		100mm		200mm		300mm	
	実測値	実測値	実測-BG	実測値	実測-BG	実測値	実測-BG	実測値	実測-BG
1回目	0.06 $\mu$ Sv	0.23 $\mu$ Sv	0.17 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
2回目	0.07 $\mu$ Sv	0.23 $\mu$ Sv	0.17 $\mu$ Sv	0.08 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
3回目	0.06 $\mu$ Sv	0.22 $\mu$ Sv	0.16 $\mu$ Sv	0.08 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.06 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
4回目	0.06 $\mu$ Sv	0.22 $\mu$ Sv	0.16 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.06 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
5回目	0.06 $\mu$ Sv	0.22 $\mu$ Sv	0.16 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv
平均	0.06 $\mu$ Sv	0.22 $\mu$ Sv	0.16 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv	0.07 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv

注意 測定値-BGのBGは平均を使用しております。  
測定時間は時定数30の3倍 90秒にて実施

考察
<p>まずは③ガンマ線標準体積線源Cs-137を体積線源 ④ガンマ線標準線源Cs-137 を標準線源と今後記載します。 では体積線源の方が標準線源に比べて放射能は本来強いはずですが、結果を見る限り同じような結果になっております。 この理由は放射能の濃度にあり、体積線源はある均一の放射能がタッパーにまんべんなく入っている状態になります。 対して、標準線源は500円玉サイズの容器に約1000Bqが密封されている状態になります。 ですので、測定器の検出部分により多くの放射能が集まっているのは、標準線源になるので上記のような結果になります。 もしも食品の検査をサーベイメータなどで実施する際には、当然タッパーのような形状に充填することが必要と考えますので、テストまたは確認する際には、体積線源を用いた方が、より正確に確認することができるということが上記の結果よりわかります。ですのでこれから先は体積線源の結果を用いて記載させていただきます。</p> <p>今回の測定はBG(バックグラウンド・・・宇宙線や自然界に存在する放射線)を5回測定し、その平均を使用して計算していますが、結果を見てわかるとおり0.01<math>\mu</math>Sv/h程度の振れは存在するため、0.01<math>\mu</math>Sv/hでは放射性物質を確認できないと定義し、色付けを行いました。またBGデータは平均値を使用していることより、平均値以外は色付けを実施しました。</p>

さて体積線源を用いての結果を見ると、約6800Bqが存在している場合においても、測定器と実際の距離は0mm(実効線からは20mm)において測定した際に、わずか0.14Sv/hしか放射線量が上がらないという結果になってしまいました。この計算はしてはいけない計算ですが、単純に考えた場合Cs-137の場合約500Bq/kgで0.01 $\mu$ Sv/h放射線量が上昇することになります、ということは今回の測定定義の0.01 $\mu$ Sv/hでは判別がつかないと考えた場合、その二倍の約1000Bq/kgからしか見つけられないということがわかります。Cs-134が同量含まれる場合、この限りではないこともお伝えしておきます。

実際の距離が0mmでこの程度ならばこの後の距離を論じる必要は私はないと考えますので以降は記載しません。

放射線量を用いて、放射性物質が含まれていないということは非常に危険であり、現状の暫定規制値をクリアすることは到底できませんし、がれきについても同様に空間線量のみを使用して安全を強調すること自体、なんの意味も根拠もないことです。

TCS-172B(今回使用した機器)は定価54万円ほどの空間線量計になります。

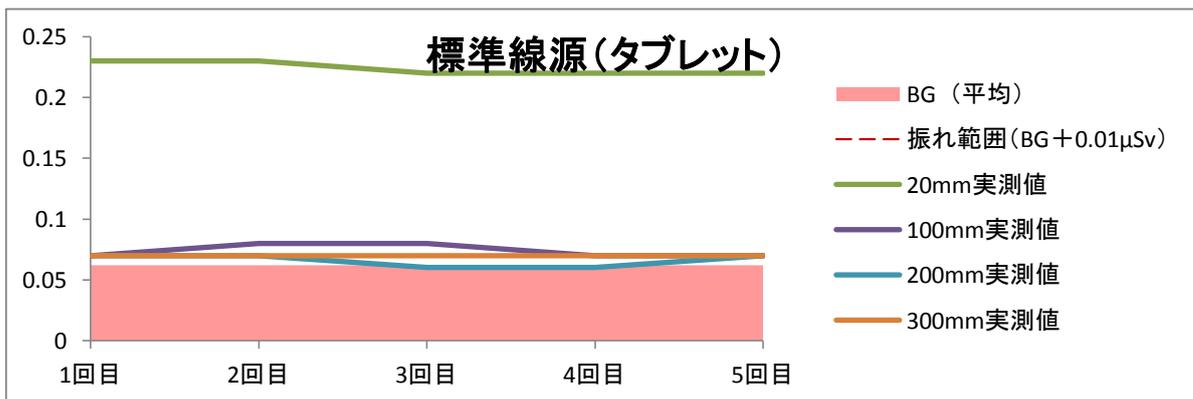
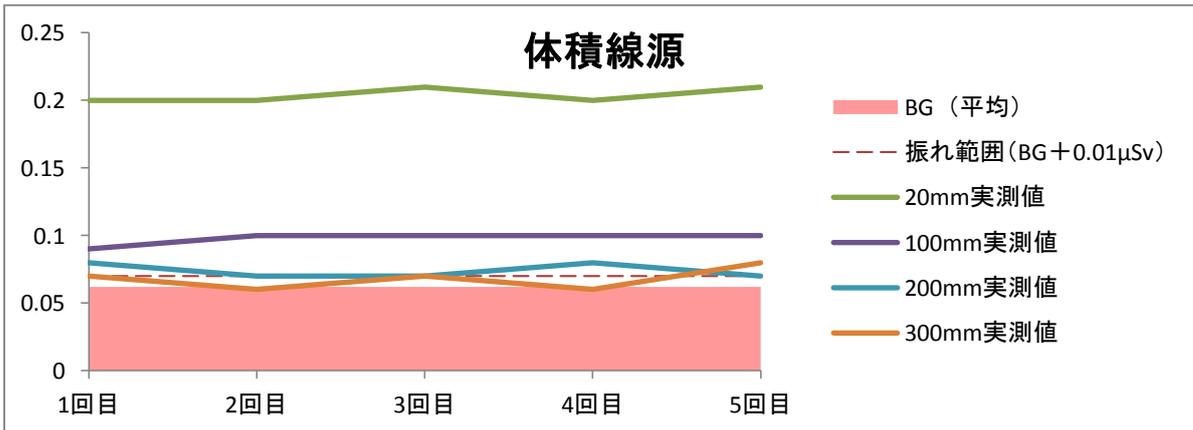
BG採取風景



③を使用して20mm測定風景



④を使用して300mm離しての測定風景



ECOTEST MKS-05				測定日 2012/3/8					
③ 体積線源 Cs-137		測定時の放射能		6737Bq		2012/2/24 17:00			
体積	BG	0mm		100mm		200mm		300mm	
	実測値	実測値	実測—BG	実測値	実測—BG	実測値	実測—BG	実測値	実測—BG
1回目	0.11 $\mu$ Sv	0.31 $\mu$ Sv	0.20 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.13 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	200mmの結果で十分のため実施しない	
2回目	0.11 $\mu$ Sv	0.28 $\mu$ Sv	0.17 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv		
3回目	0.07 $\mu$ Sv	0.25 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.11 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.03 $\mu$ Sv		
4回目	0.13 $\mu$ Sv	0.28 $\mu$ Sv	0.17 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.03 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv		
5回目	0.11 $\mu$ Sv	0.31 $\mu$ Sv	0.20 $\mu$ Sv	0.14 $\mu$ Sv	0.03 $\mu$ Sv	0.11 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv		
平均	0.11 $\mu$ Sv	0.29 $\mu$ Sv	0.18 $\mu$ Sv	0.13 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv		

注意 測定値-BGのBGは平均を使用しております。  
測定時間は150秒にて実施

ECOTEST MKS-05				測定日 2012/3/8					
④ 標準線源 Cs-137		測定時の放射能		984.2Bq		基準日 12/3/2 17:00			
タブレット	BG	0mm		100mm		200mm		300mm	
	実測値	実測値	実測—BG	実測値	実測—BG	実測値	実測—BG	実測値	実測—BG
1回目	0.11 $\mu$ Sv	0.34 $\mu$ Sv	0.23 $\mu$ Sv	0.13 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.15 $\mu$ Sv	0.04 $\mu$ Sv	200mmの結果で十分のため実施しない	
2回目	0.11 $\mu$ Sv	0.33 $\mu$ Sv	0.22 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	-0.01 $\mu$ Sv	0.11 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv		
3回目	0.07 $\mu$ Sv	0.38 $\mu$ Sv	0.31 $\mu$ Sv	0.09 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	0.03 $\mu$ Sv		
4回目	0.13 $\mu$ Sv	0.40 $\mu$ Sv	0.27 $\mu$ Sv	0.08 $\mu$ Sv	-0.05 $\mu$ Sv	0.13 $\mu$ Sv	0.00 $\mu$ Sv		
5回目	0.11 $\mu$ Sv	0.36 $\mu$ Sv	0.25 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	-0.01 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.01 $\mu$ Sv		
平均	0.11 $\mu$ Sv	0.36 $\mu$ Sv	0.26 $\mu$ Sv	0.10 $\mu$ Sv	-0.01 $\mu$ Sv	0.12 $\mu$ Sv	0.02 $\mu$ Sv		

注意 測定値-BGのBGは平均を使用しております。  
測定時間は150秒にて実施

### 考察

今回の測定はBG(バックグラウンド・・・宇宙線や自然界に存在する放射線)を5回測定し、その平均を使用して計算していますが、結果を見てわかるとおり $\pm 0.03\mu\text{Sv/h}$ 程度の振れは存在するため、 $\pm 0.03\mu\text{Sv/h}$ では放射性物質を確認できないと定義し、色付けを行いました。またBGデータは平均値を使用していることより、平均値以外は色付けを実施しました。

上記結果を見ると明らかですが、MKS-05 TERRAでは食品汚染については全く確認できません。TCS172Bと比較しても明らかですが、測定時間は150秒でMKS-05の方が測定時間が長いにも関わらず計測している線量としては非常に不安定であると言わざるを得ません、そのため $0.03\mu\text{Sv/h}$ 線量が上がったら汚染有と断定できるでしょうか？  
おそらく、これくらいはばらつきがあるといって、汚染有という判断はできないと思います。

私加藤が個人的に考えるには、このような簡易線量計はあくまでも、目安であり線量が高い区域に入る際に、目安として

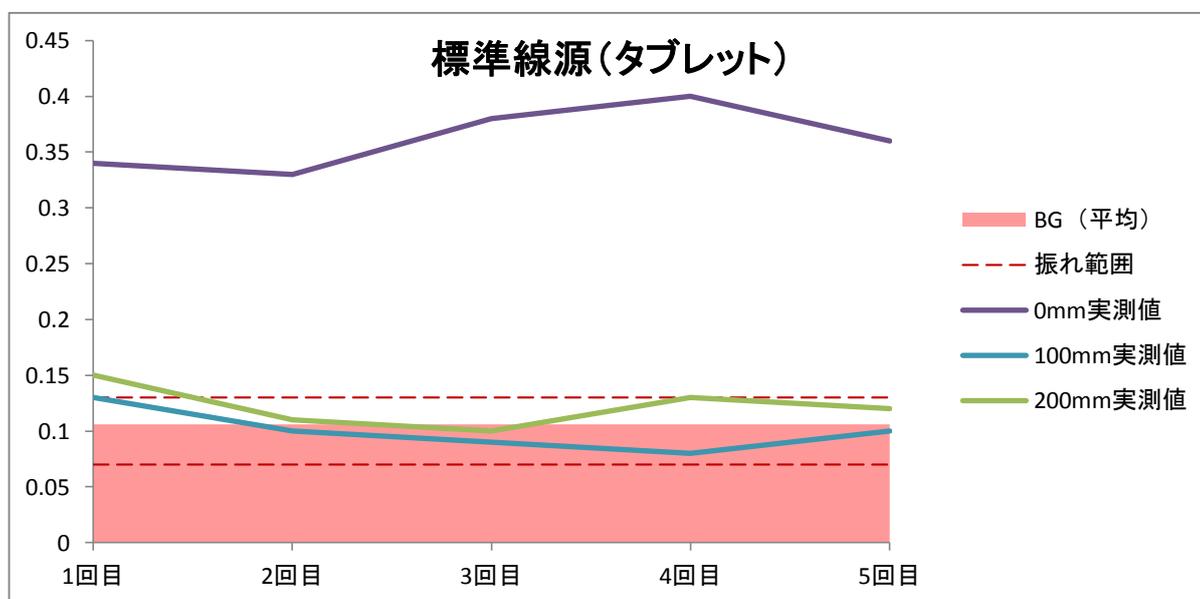
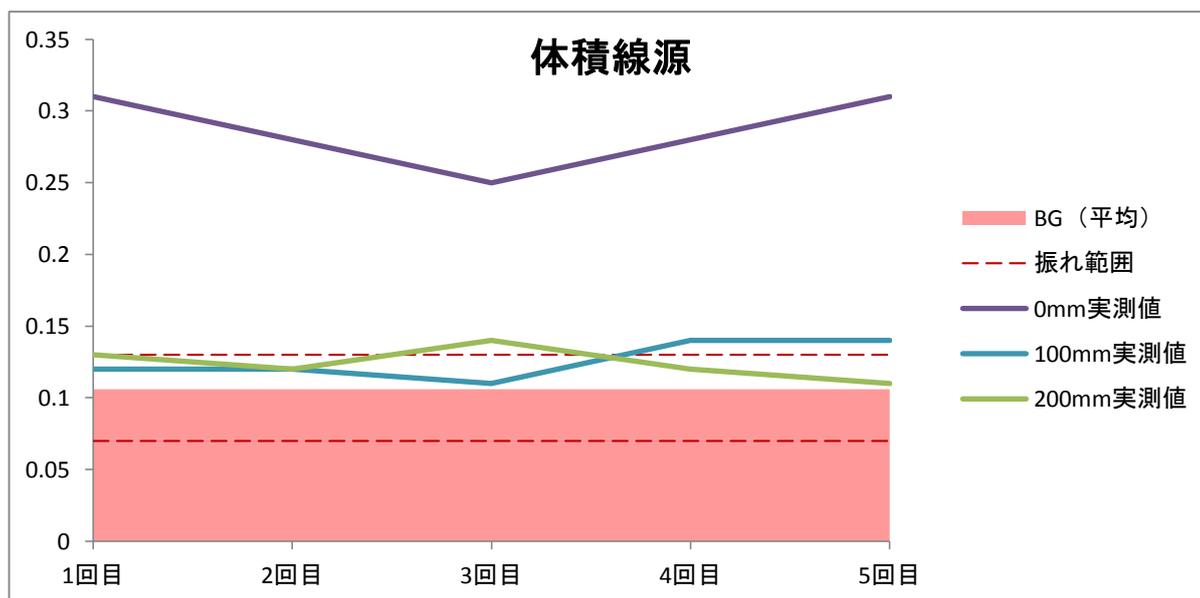
④を使用して0距離測定



④を使用して100mm測定



③を用いての100mm測定



## おまけ 日本各地の事故前の年間自然放射線(大地放射線・宇宙放射線)量を時間に戻してみる

No	地方	地名	年間線量(mSv/Y)	時間線量(μSv/h)	備考
1	北海道	道北(オホーツク)	0.89	0.102	—
2	北海道	道北(上河)	0.98	0.112	—
3	北海道	道南(後志)	0.91	0.104	—
4	東北	青森県	0.86	0.098	—
5	東北	秋田県	0.99	0.113	—
6	東北	岩手県	0.91	0.104	—
7	東北	山形県	0.95	0.108	—
8	東北	宮城県	0.94	0.107	—
9	東北	福島県	1.04	0.119	—
10	信越	新潟県	1.08	0.123	—
11	関東	栃木県	1.06	0.121	—
12	関東	埼玉県	0.9	0.103	—
13	関東	茨城県	1.02	0.116	—
14	関東	千葉県	0.85	0.097	—
15	関東	東京都	0.91	0.104	—
16	関東	群馬県	0.92	0.105	—
17	信越	長野県	1.02	0.116	—
18	北陸	富山県	1.04	0.119	—
19	中部	岐阜県	1.19	0.136	—
20	北陸	石川県	1.08	0.123	—
21	北陸	福井県	1.17	0.134	—
22	関東	神奈川県	0.81	0.092	—
23	関東	山梨県	0.9	0.103	—
24	中部	静岡県	0.98	0.112	—
25	中部	愛知県	1.09	0.124	—
26	中部	三重県	1.06	0.121	—
27	関西	滋賀県	1.16	0.132	—
28	関西	京都府	1.03	0.118	—
29	関西	兵庫県	1.09	0.124	—

No	地方	地名	年間線量(mSv/Y)	時間線量(μSv/h)	備考
30	中国	鳥取県	1.06	0.121	—
31	中国	岡山県	1.07	0.122	—
32	関西	奈良県	1.02	0.116	—
33	関西	大阪府	1.08	0.123	—
34	関西	和歌山県	1.07	0.122	—
35	四国	徳島県	0.99	0.113	—
36	四国	香川県	1.18	0.135	—
37	四国	高知県	1.1	0.126	—
38	四国	愛媛県	1.13	0.129	—
39	中国	鳥取県	1.01	0.115	—
40	中国	広島県	1.07	0.122	—
41	中国	山口県	1.03	0.118	—
42	九州	福岡県	1.1	0.126	—
43	九州	佐賀県	1.06	0.121	—
44	九州	大分県	1.01	0.115	—
45	九州	宮崎県	1.03	0.118	—
46	九州	熊本県	0.98	0.112	—
47	九州	鹿児島県	0.98	0.112	—
48	九州	長崎県	1	0.114	—
49	沖縄	沖縄県	0.95	0.108	—

出典 : やさしい放射線とアイソトープ 4版 P36

補足

放射線量は岩盤などによって随分変わってしまいます。  
 当然上記の数値よりも高いところもありますし、様々になります。  
 ただその線量の主たるものは、もともと地球に存在するK-40などの放射性物質になります。  
 今回の福島原子力発電所事故でK-40は放出されておりませんし、生成されておりません。  
 ですので線量が高いからといって事故由来の放射性物質が確認できることと同一ではないということを私はお伝えしたいです。  
 当然福島原子力発電所付近で放射線量が高いのは、その周りに放射性物質が拡散しているため気を付けなければならないこともお伝えいたします。