

# モニタリングポストによる空間放射線量率の状況（Ⅱ）

— 測定結果による解析 —

石井栄勇 井上智博 内藤季和 渡邊剛久 竹内和俊

## 1 調査目的

2011年3月11日の福島原発事故により、環境放射能水準調査が強化された。本報告では千葉県環境研究センター(以下「市原」と示す。), 海匝地域振興事務所(以下「旭」と示す。), 及び新たに設置された6地点の計8地点のモニタリングポストによる空間放射線量率の測定値から各地点の地域による特性及び周辺による影響を把握する。また、震災後に設置された市原を除く各地点はバックグラウンドが分からないため、空間放射線量率の実測値から減衰曲線を作成することによりバックグラウンドを求め、福島第一原発事故由来の空間放射線量率を把握する。

## 2 調査方法

### 2・1 調査地点

市原, 旭, 柏, 印西, 香取, 市川, 館山, 茂原

### 2・2 調査期間

2012年3月29日1時～2013年3月31日24時

(旭は2011年8月29日9時～, 市原はそれ以前から継続)

### 2・3 調査項目

各地点の空間 $\gamma$ 線放射線量率の特性, 周辺による影響, 及び減衰曲線作成による, 福島第一原発事故由来の空間放射線量の推定

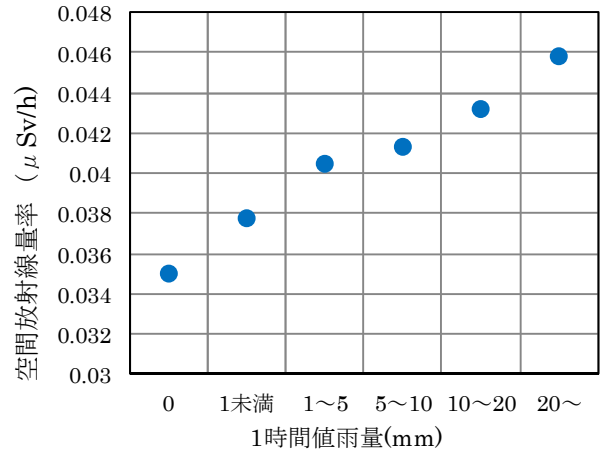


図1 時間雨量別放射線量 (2012年度・市原)

## 3 調査結果

### 3.1 周辺の状況による影響 (雨量との比較)

モニタリングポストと雨量計が同じ敷地内にある市原で調査をした。図1に市原の時間値雨量の違いによる空間放射線量率を示す。降雨なしのときは0.035 $\mu$ Sv/hに対し、1mm/h未満でも、降雨があると0.038 $\mu$ Sv/hに上昇し、20mm/hでは0.046 $\mu$ Sv/hまで上昇する。雨量が強いほど、放射線量率の上昇が大きくなっている。2012年度降雨量の最大時刻は2012年10月5日1時で、同年度放射線量最高値時刻と一致していた。

### 3.2 各地点、時刻別の空間放射線量率の状況

図2に各地点のモニタリングポストの時刻別の

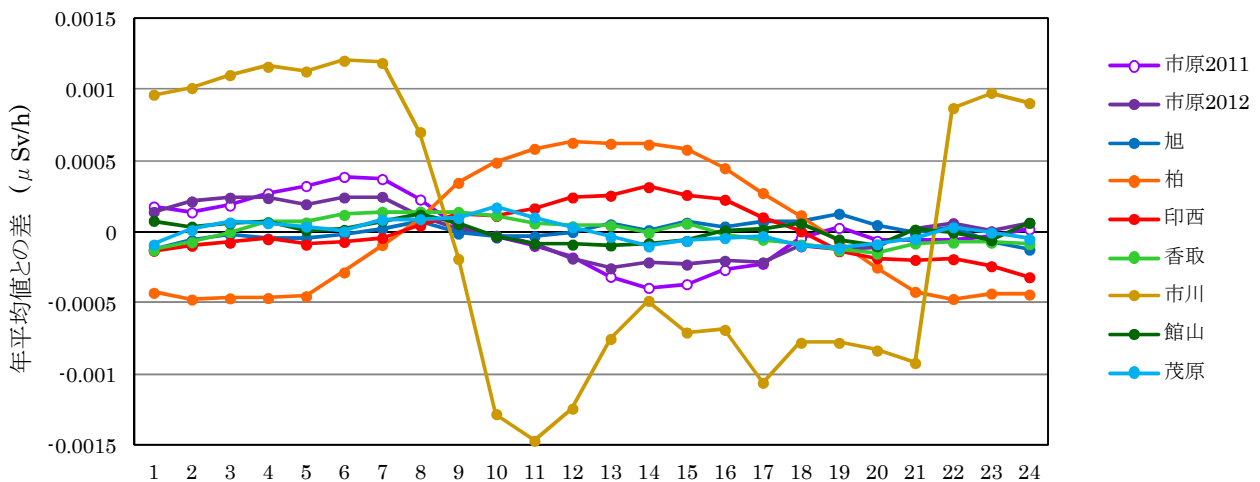


図2 各地点の時間値別空間放射線量率の変化状況 (市原 2011・2012年度, 他 2012年度)

線量率平均値を示す。各地点で放射線量が異なるため、それぞれの地点での年平均値からの差を求めた。昨年度に続き市原は、気温変化と逆変化を示していたものの、他の地域では別の傾向を示した。印西、柏は気温と同じ変化、旭、香取、館山、茂原は、時間による変化は見られず、変動幅も小さかった。市川は8～10時に急降下し、21～22時に急上昇するがこれは、周辺の人為的要因が考えられる。時間による幅は市川、柏を除き0.001  $\mu$  Sv/hの差の範囲内で推移している。

### 3・3 測定値から減衰曲線の作成

実測値は全体としては減少方向にある。これらの変化を、福島第一原発要因の主な3種類の核種( $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ )の半減期を用いて減衰曲線を求め、各地点の結果を利用して空間放射線量の計算式を作成した。 $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ の原発直後の月間降下物の濃度比( $\text{Bq}/\text{m}^2$ )は20000 : 4400 : 4900で、これにそれぞれの実効線量率定数 $^{131}\text{I}=0.0554$ ,  $^{134}\text{Cs}=0.221$ ,  $^{137}\text{Cs}=0.0779$  ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )を乗じると、空間放射線量率の比は1088 : 928.4 : 381.71 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ の次元)となる。各地点、初期はこの空間線量率比であると仮定し、事故後ピーク2回のうち、この3種の核種は主に2回目のピーク由来であることから2回目ピーク時2011年3月22日19時を基準( $t=0$ )としてそれぞれの核種について(初期濃度) $\times 2^{-t/\text{半減期}}$ で求めたものの和に比例定数を乗じたものを減衰曲線とした。 $t$ は原発2回目ピーク時からの経過時間(h)で、半減期は $^{131}\text{I}=8.0207$ 日,  $^{134}\text{Cs}=2.0648$ 年,  $^{137}\text{Cs}=30.1671$ 年とし、式は計算式1に示す。それぞれの半減期は時間(h)に直して代入する。

開始時、終了時の放射線量率は、最初に全地点実施後、値が安定している時間値(開始時2012年3月29日1時、終了時2013年3月30日24時)を利用した。放射線量率比(計算式の括弧の部分)は開始時、終了時それぞれについて経過時刻 $t$  (h)を代入した。開始時の原発による放射線量率(放射線量率比 $\times$ 比例定

数A)は(開始時と終了時の実測値差) $\times$ (開始時と終了時の減衰曲線計算値差/開始時の減衰曲線計算値)で求め、(開始時実測値)から(原発による計算値)を差し引くことで、バックグラウンドBが求められる。ただし、バックグラウンドが負になってしまったものや、途中で人為的な変化のあるものについては、それを除いた期間に開始時、終了時を修正して上記と同様に方法で求めた。表1に減衰曲線の作成する開始時と終了時の期間とその時の計算上の放射線量率比と実測値を示す。また表1の値を利用して計算で、比例定数A及びバックグラウンドBを表2に示す。また、実測値とこの式で求めた計算式のグラフを図3に示す。印西以外はおおむね実測値に沿っていることが分かる。印西は、周辺による作業で人為的な変化が大きかったため、適用期間外は実測値と外れている。(期間前半は比例定数が大きいと考えられる。)さらに年度末にも人為的な変化があったため来年度以降は比例定数が下がり計算式も変わってくる。

### 3・4 福島第一原発事故由来の空間放射線量率

表2及び図4に県内各地点2012年度の平均値の実測値と福島第一原発事故由来による空間放射線量率の計算値を示す。実測値からバックグラウンドを差し引いた値を原発事故由来による値とした。震災前からの測定点である市原のバックグラウンド計算値は0.020  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ で震災前の最低値0.022  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ と近い値となった。他の地点は0.015～0.057  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ の範囲であった。図4より館山及び香取は実測値は比較的高いものの、原発由来による放射線量率は低いことが分かる。原発由来空間放射線量率の実測値では、最高地点は印西0.141  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 、最低地点は市原0.035  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ であるが、原発事故由来による空間放射線量率では、最高地点は印西0.098  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ 、最低地点は館山0.009  $\mu\text{Sv}/\text{h}$ となった。

図5に各地点の空間放射線量率の実測値と福島第一原発由来の推定値を示す。この分布図から、原

計算式1  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  による減衰曲線計算式

$$\text{空間放射線量率} = A \left( 1088 \times 2^{-\frac{t}{\lambda_1}} + 928.4 \times 2^{-\frac{t}{\lambda_2}} + 381.71 \times 2^{-\frac{t}{\lambda_3}} \right) + B$$

( A : 比例定数 B : バックグラウンド  $\lambda_1$  :  $^{131}\text{I}$  半減期  $\lambda_2$  :  $^{134}\text{Cs}$  半減期  $\lambda_3$  :  $^{137}\text{Cs}$  半減期 )

表1 各地点計算式適用範囲及びその範囲の開始時，終了時におけるデータ

地点	計算式適用範囲		経過時間 t (h)		放射線量率比		放射線量率実測 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時	差
印西	2012.11.4.24時	2013. 3.12.24時	14237	17309	905.933	843.249	0.1294	0.1234	0.0060
柏	2012. 3.29. 1時	2013. 3.30.24時	8934	17741	1032.271	834.986	0.1215	0.1011	0.0204
市川	2012.11.4.24時	2013. 3.30.24時	14237	17741	905.933	834.986	0.0922	0.0863	0.0059
香取	2012. 4.16. 1時	2013. 3.30.24時	9366	17741	1021.030	834.986	0.0817	0.0772	0.0045
館山	2012. 3.29. 1時	2013. 3.30.24時	8934	17741	1032.271	834.986	0.0598	0.0579	0.0019
茂原	2012. 3.29. 1時	2013. 3.30.24時	8934	17741	1032.271	834.986	0.0528	0.0478	0.0050
旭	2012. 3.29. 1時	2013. 3.30.24時	8934	17741	1032.271	834.986	0.0400	0.0378	0.0022
市原	2012. 3.29. 1時	2013. 3.30.24時	8934	17741	1032.271	834.986	0.0373	0.0339	0.0034

表2 計算値によるバックグラウンド及び原発事故由来の空間放射線量率

地点	減衰曲線 計算値		2012年度 平均値 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
	比例定数 A	バックグラウンド B ( $\mu\text{Sv/h}$ )	実測値	福島第一原発事故由来による推定値
印西	$9.57 \times 10^{-5}$	0.043	0.141	0.098
柏	$1.03 \times 10^{-4}$	0.015	0.109	0.094
市川	$8.32 \times 10^{-5}$	0.017	0.093	0.076
香取	$2.42 \times 10^{-5}$	0.057	0.079	0.022
館山	$9.63 \times 10^{-6}$	0.050	0.059	0.009
茂原	$2.53 \times 10^{-5}$	0.027	0.050	0.023
旭	$1.12 \times 10^{-5}$	0.028	0.039	0.011
市原	$1.72 \times 10^{-5}$	0.020	0.035	0.015

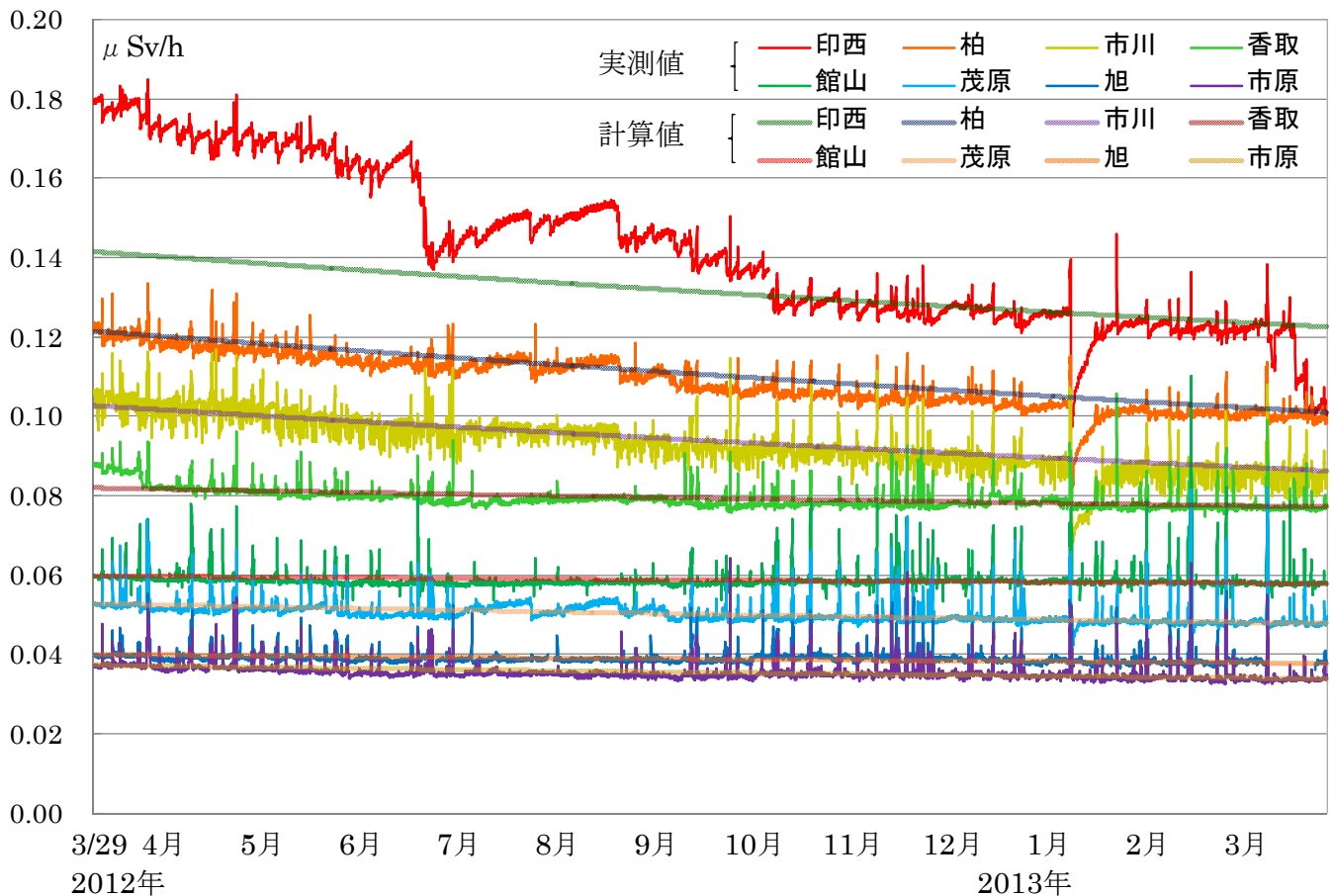


図3 各地点モニタリングポスト実測値と計算値 (全地点開始時～2012年度末)

発由来では、県内北西部の3地点はすべて $0.075 \mu\text{Sv/h}$ 以上、それ以外の5地点はすべて $0.025 \mu\text{Sv/h}$ 以下となり地域による差が明確になった。

注)核種の実効線量率定数及び半減期はアイソトープ手帳第11版による値

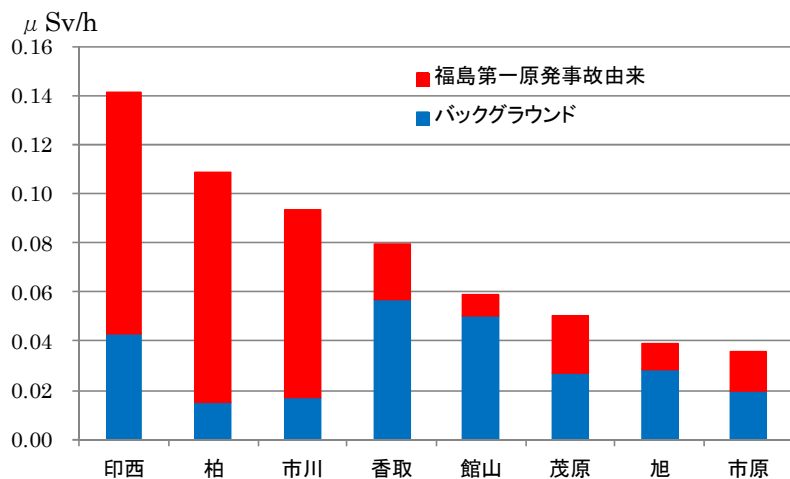


図4 各地点モニタリングポスト実測値からのバックグラウンドと原発事故由来の内訳 (2012年度)

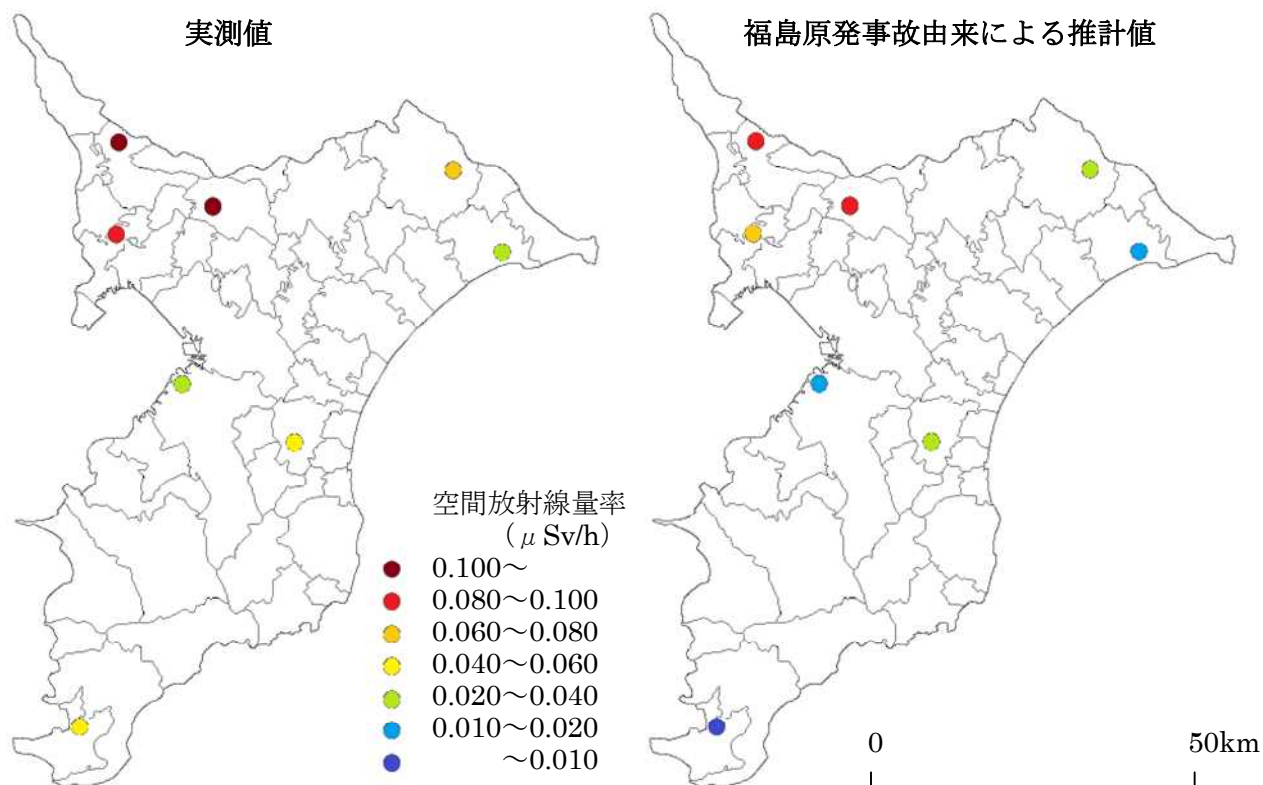


図5 千葉県内各地点モニタリングポスト濃度分布 (2012年度)