

# モニタリングポストのスペクトルによる核種解析

石井栄勇

## 1 調査目的

2011年3月の福島第一原発事故により、国委託の環境放射能調査が強化され、千葉県においては2012年3月29日より8地点のモニタリングポストで空間放射線量率を測定している。本報では、モニタリングポストでスペクトルデータを測定している7地点について解析し、核種を確認する。また確認された核種の経年変化及び、地点による特性を把握する。

## 2 調査方法

### 2・1 調査地点

図1に示した通り、次の7地点で調査  
市原、柏、印西、香取、市川、館山、茂原

### 2・2 調査期間

市原：2011年3月～2016年2月

他地点：2012年3月～2016年2月

### 2・3 調査項目

モニタリングポストのスペクトルデータの解析

### 2・4 解析方法

自動連続測定で10分毎にモニタリングポストのスペクトルデータがCFカードにファイルとして保存される。スペクトルの数値は5keV～5000keVの範囲で、5keV毎にカウント数が表示される。このファイルの数値を連続した1日分(144サンプル)について合計し、その1日分スペクトルでピークの同定及びピーク面積を求めた。ピーク面積はエクセルで、ガウス関数によるフィッティング法で求めた。各核種の1日分スペクトルのピーク面積値から、経年変化及び地点間相違を調査した。

### 2・5 測定装置

日立アロカメディカル製

[市原] MAR-22 (地上高7m設置)

[他6地点] MAR-22 (地上高1m設置)

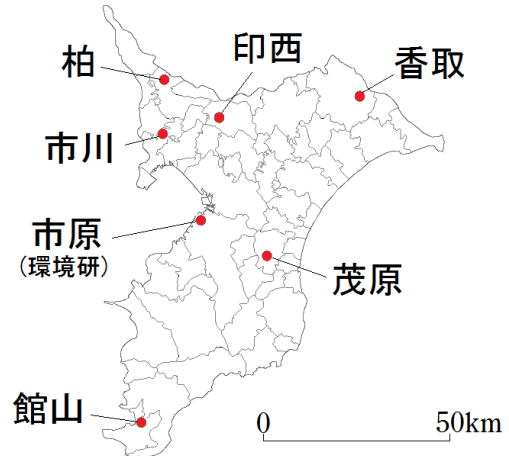


図1 モニタリングポストのスペクトル測定地点

## 3 調査結果

### 3・1 スペクトルによる核種の同定結果

図2及び図3に示した通り、1日分のスペクトルから同定されたピークは低エネルギーから順に、300～450keVの範囲に原発直後の2011年のみ現れている $^{131}\text{I}$ (364keV)、550～750keVの範囲には2つの山の複合ピークがあり、左側のピークは $^{134}\text{Cs}$ (604keV)と $^{214}\text{Bi}$ (609keV)の重なり、右側のピークは $^{137}\text{Cs}$ (662keV)である。750～850KeVの範囲に $^{134}\text{Cs}$ (796keV)、1500keVよりやや低エネルギー側に $^{40}\text{K}$ (1461keV)、1500～2000keVの範囲に小ピーク $^{214}\text{Bi}$ (1764keV)、2500keVよりやや高エネルギー側に $^{208}\text{Tl}$ (2614keV)のピークが見られた。3000keVより高エネルギー側ではピークは見られなかった。

### 3・2 モニタリングポストのスペクトル

図2に市原モニタリングポストのスペクトルで震災直後から、約1年毎に各年の通常時のスペクトルの結果を示す。震災直後の2011年3月は $^{131}\text{I}$ ピークがはっきりとみられるが、2012年以降は見られない。

## 市原モニタリングポストのスペクトル(経年変化)

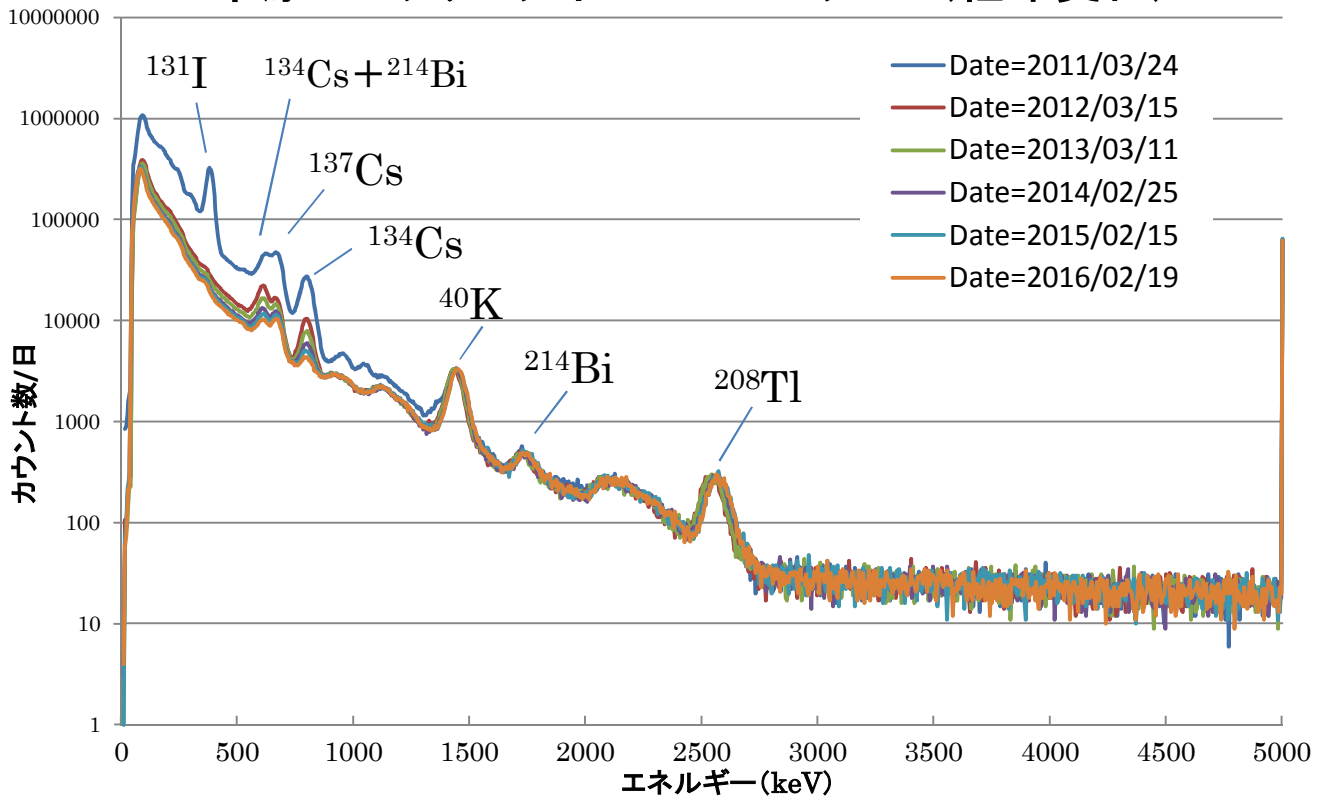


図2 各年のモニタリングポストスペクトル (市原)

## 各地点モニタリングポストのスペクトル

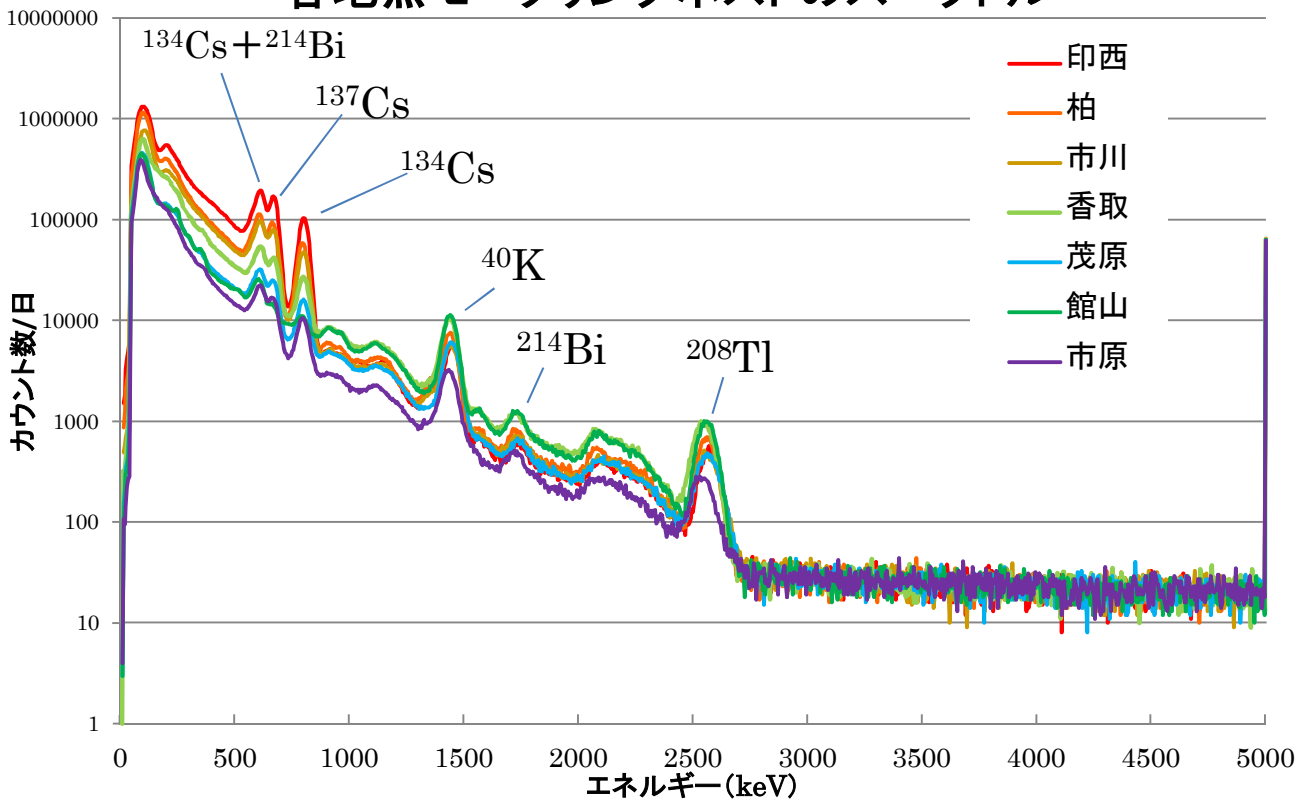


図3 各地点モニタリングポストスペクトル

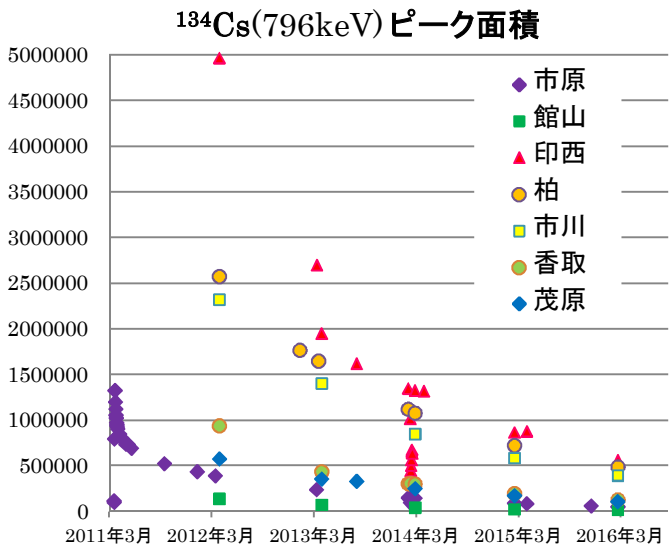


図 4 - 1 各地点 $^{134}\text{Cs}$ の経年変化

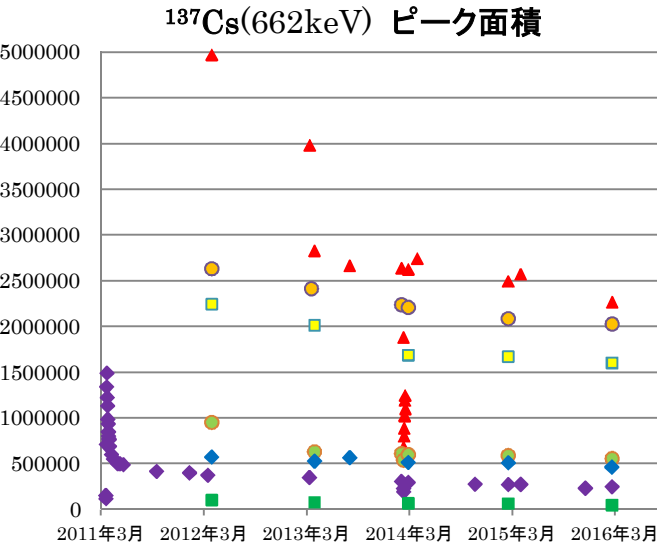


図 4 - 2 各地点 $^{137}\text{Cs}$ の経年変化

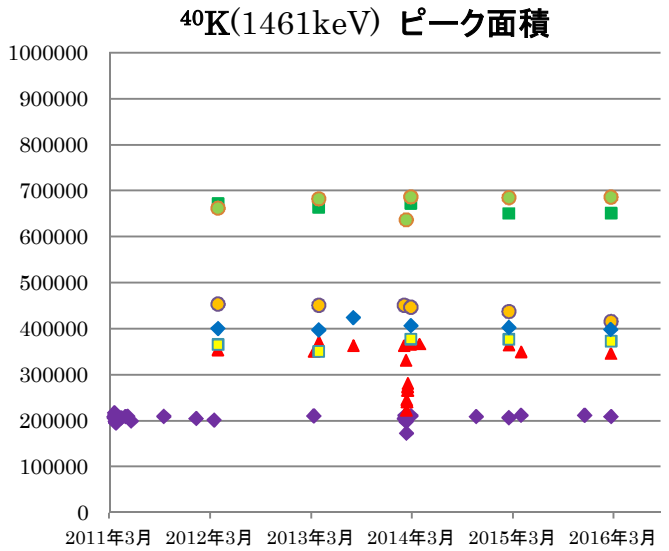


図 4 - 3 各地点 $^{40}\text{K}$ の経年変化

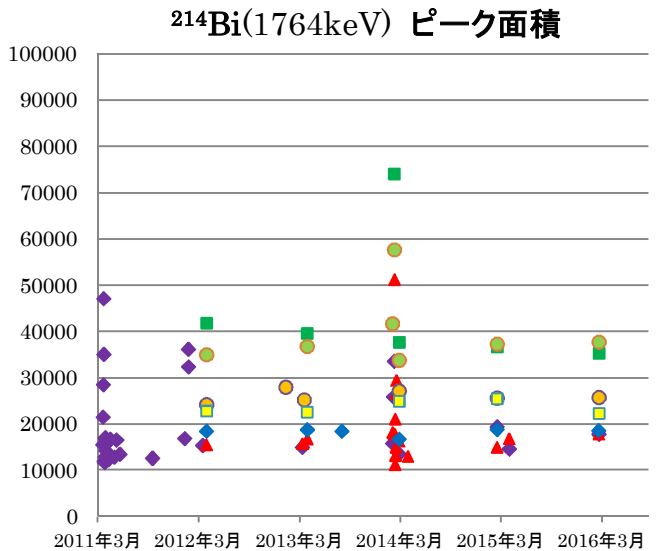


図 4 - 4 各地点 $^{214}\text{Bi}$ の経年変化

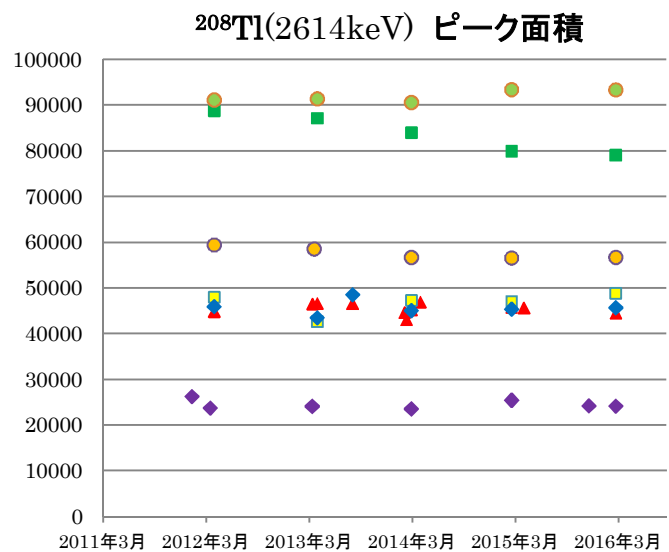


図 4 - 5 各地点 $^{208}\text{Tl}$ の経年変化

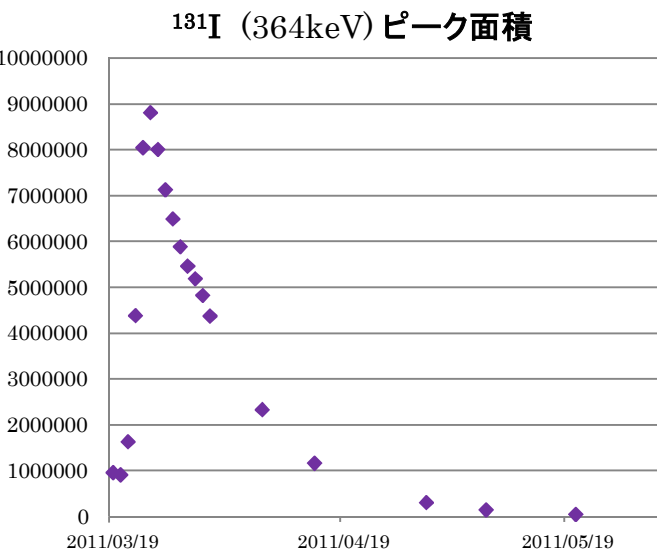


図 4 - 6 市原 $^{131}\text{I}$ の経時変化

( $^{134}\text{Cs}+^{214}\text{Bi}$ ),  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}(796\text{keV})$ のピークは年毎にピーク高さが低くなっている。一方で,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{214}\text{Bi}(1764\text{keV})$ ,  $^{208}\text{Tl}$  のピークの高さはどの年もほぼ同じで経年変化は見られなかった。

ベースラインは, 低エネルギー側で, 2011 年は他の年に比べ非常に高く, これは半減期の短い多くの核種が含まれているものと考えられる。しかし  $^{40}\text{K}$  より高エネルギー側では 2011 年も他の年と同様のベースラインであった。2012 年以降は  $850\text{keV}$  より高エネルギー側ではベースラインは変化がなかった。

図 3 に各地点のスペクトルを示す。市原は 2012 年 3 月 15 日, 他地点は測定開始日の 2012 年 3 月 29 日のスペクトルである。地点により特徴がみられ, ( $^{134}\text{Cs}+^{214}\text{Bi}$ ),  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}(796\text{keV})$ のピーク及び, これらのピークより低エネルギー側のベースラインでは, 印西が最高で次いで柏, 市川が高かった。一方で  $850\text{keV}$  より高エネルギー側では状況が変わりピークもベースラインも館山, 香取の 2 地点が高かった。各地点  $3000\text{keV}$  より高エネルギー側では, ピークはなくベースラインもほぼ一致していた。

### 3・3 核種別解析結果

図 4-1 ~ 6 に核種のピーク面積を示す。調査期間中すべての日は解析できておらず, 部分的な日だけなので, プロット表示で示す。

図 4-1 に  $^{134}\text{Cs}$  の各地点の面積値を示す。各地点間で差があるものの, 経年では減少傾向である。地点別の存在量は次の順であり, 印西が最も多く次いで柏, 市川と県北西部 3 地点で多く, 館山が最も少ない。

印西>柏>市川>香取>茂原>市原>館山

例外的な現象として 2014 年 2 月の積雪時に数値が大幅低下, 印西 2013 年 3 月の空間放射線量率が急に下がった時期には大きく低下。また 2011 年の震災直後 2 ヶ月位はピーク面積値がかなり大きく, この時期は半減期の短い他の核種も含まれていると考えられる。

図 4-2 に  $^{137}\text{Cs}$  にの各地点の面積値を示す。変化は少ないがやや減少傾向である。地点別の存在量は  $^{134}\text{Cs}$  と同様の順であり, 印西が最も多く, 館山が最も少ない。例外的な現象も  $^{134}\text{Cs}$  と同様であった。

図 4-3 の  $^{40}\text{K}$  のピーク面積を示す。

積雪時 2014 年 2 月の積雪時減少以外は, 各地点, ピ

ーク面積値は, ほぼ一定で推移し, 経年変化は見られなかった。地点別の存在量は次の順で, 館山, 香取が多く, 市原が少ない。

館山=香取>柏>茂原>市川=印西>市原

市原は原発直後でも数値に変化はなく,  $^{40}\text{K}$  は原発とは無関係であることが分かる。

図 4-4 に  $^{214}\text{Bi}$  のピーク面積を示す。

他のピークに比べ小さくノイズもあるため値にばらつきがでていているものの, 通常時は, 一定の数値があると考えられる。突発的に高くなることもあるものの, 経年変化は見られない。地点別の存在量は次の順と考えられ, 館山, 香取で多く市原, 印西で少ない。

館山=香取>柏=市川>茂原>印西=市原

各地点, 時々通常値の 2~3 倍になることがあるが, このときは降雨(降雪)のあるときである。現在, 空間放射線量率で一時的に高くなるのは主に  $^{214}\text{Bi}$  によるものと考えられる。

図 4-5 に  $^{208}\text{Tl}$  の面積値を示す。

最も高エネルギー側で検出されたピークである。面積値は小さく, 値は一定値をとり, 経年変化は見られない。傾向は  $^{40}\text{K}$  と類似しており, 地点別の存在量では次の順で, 香取が多く, 市原が少ない。

香取>館山>柏>茂原=市川=印西>市原

図 4-6 に  $^{131}\text{I}$  の面積値を示す。市原の 2011 年 3 月~5 月にのみ検出され, 他の時期は検出されていない。2011 年 3 月 19 日からデータがあり 2011 年 3 月 21 日から上昇, 3 月 24 日に最高となりその後, ピークはほぼ半減期(8 日)どおりに減少していた。原発直後なので, 他の核種もピークに含まれているが, この時の  $^{131}\text{I}$  ピークは他に比べ著しく大きいため, ピークも単ピークの形で, ほとんど  $^{131}\text{I}$  由来である。しかし 5 月中旬以降になると, ピークが小さくなり, 他のピークと混合したような形となり解析しにくくなる。