

「柏の葉公園」の放射線量と土壤放射能の実態  
—2016、2017 年度の線量・土壤調査から—

桐 山 信 一

『教育学論集』第70号

(2018 年 3 月)



## 「柏の葉公園」の放射線量と土壌放射能の実態 —2016、2017年度の線量・土壌調査から—

桐山 信一

2011年3月11日に起きた福島原発事故による関東の放射能汚染の現状に関心がある読者の方のために、まず調査の結論となる事柄を示しておく。

2016年に入り、千葉県柏市にある「柏の葉公園」内に線量が高い場所があるという県民の情報提供をもとに、行政（千葉県）は同公園の線量測定を行った。その結果は1m線量で $0.15\mu\text{Sv/h}$ 程度であり、県の除染対策目標値を下回った。同年以降、行政と同じ測定場所を含む数十カ所において筆者らが独自の線量及び土壌測定を行った結果、1m線量は行政の測定値と同じレベルであったが、土壌中には $800\sim 4400\text{Bq/kg}$ の放射能がみられることがわかった。また、土壌の $\gamma$ 線スペクトルでは、採取した全てのサンプルから人工放射性セシウムのピークが認められた。これらの独自調査結果から、線量は低減してきているものの、福島原発事故後6年半経過の今もなお放射能の残存がうかがわれた。

### 1 はじめに

2011年3月11日の福島原発事故から6年半以上経過した。福島・東北のみならず関東にも飛んできて広範囲に降下した放射能（人工放射性物質）は今どうなっているのだろうか。東京都八王子市にある職場の屋外で空間線量率を測ると、 $0.06\sim 0.08\mu\text{Sv/h}$ 程度の値が得られる。

東京都葛飾区の「水元公園」や千葉県柏市の「柏の葉公園」などは関東のホットスポット（原発事故が原因で放射能が飛散し局地的に空間線量が高くなっている地点）の実例である。図1は、2011年10月頃に文部科学省によって行われた航空機による $\gamma$ 線測定に基づいて描かれた放射性Cs（セシウム）の土壌などへの沈着レベルを示すマップ<sup>1)</sup>に、筆者が加筆して作成したものである。関東地方の土壌汚染のレベルは $600\text{kBq/m}^2$ 程度までであり、それ以上のエリアは福島第1原発近郊にある。図中の○aは水元公園、○bは柏の葉公園の位置である。群馬県と栃木県北部に放射性Cs濃度の高いエリアがあるが、このエリアには山林が多い。また、○a、○bから茨城

県南西部にかけても放射性 Cs 濃度の高いエリアがあるが、このエリアには市街地が多く含まれている。水元公園では、筆者が独自に行った調査に加え、桐山ゼミに所属する学生・院生等が参加して3回の調査が行われた。学生・院生等を伴うこうした調査は、教育学部のゼミや大学院における理科の授業のなかで、福島原発事故の関東方面への環境影響についての放射線教育として行われており、次の2つの目的をもつ。

- ・事実を科学的に探究する。
- ・学習者のアクティブ・ラーニング（活動的学習 A.L）による実感をともなった理解を深める。

その結果、2016 年の時点で次のことがわかった<sup>2)</sup>。

- 1) 1m 線量（地上 1 m の位置での空間線量率）は時間経過とともに低下し、 $0.2\mu\text{Sv/h}$  以下になっていること。
- 2) 土壌には放射性セシウムが、500 ～ 2000Bq/kg 程度残っていること。
- 3) 土壌には汚染のひどいマイクロスポット（周辺より高い線量が測定される場所）が今なお存在していること。

一方、もう一つのホットスポットである千葉県立柏の葉公園（柏市柏の葉4丁目）<sup>3)</sup> には、2015 年度までには行けずにて、ようやく 2016 年度から 2017 年度にのべ3回行くことができた。

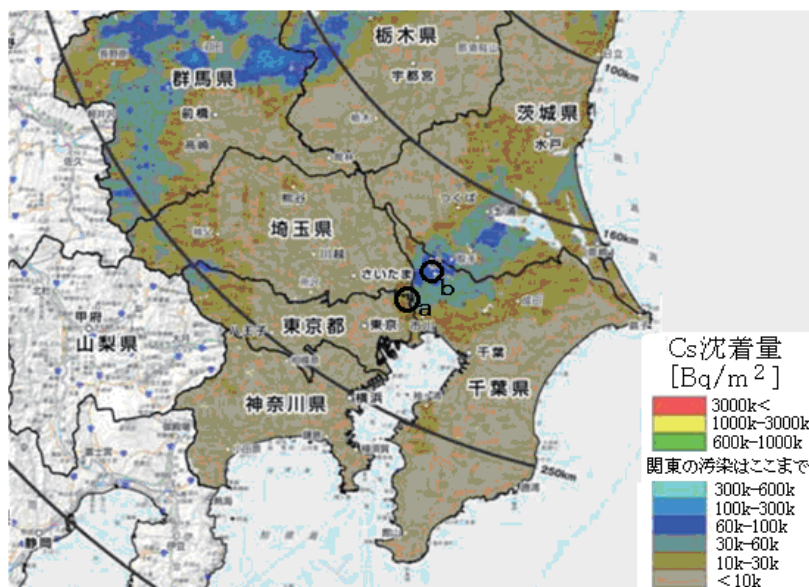


図1 関東のホットスポット（文献 1）より作成）

千葉県の HP には、柏の葉公園で測定された空間線量率（以後、線量と記述する）の値及び除染の経過が、事故の次年度の平成 23（2011）年度から平成 28 年度まで関

覧できるページがある<sup>4)</sup>。しかし、平成26年度までの項目が削除されたようで、現在（平成29年度）では経過を知ることができなくなっている。ところが、平成26（2015）年度の線量測定値と除染の経過については、千葉県まちづくり公社のHPに転載されて残っていた。このHPにおける平成27年3月6日発表の資料では<sup>5)</sup>、平成26年3月まで定期的に測定していた場所などでは $0.06 \sim 0.19 \mu\text{Sv/h}$ （1m線量）であったが、県の目標値を超えて $0.19 \sim 0.24 \mu\text{Sv/h}$ （同）となった場所が新たに6か所見つかり、これらの場所は除染の対象になったということである。6か所については、第1駐車場脇の園地の他に、

- ・園路（庭球場南側）脇の植栽で2箇所
- ・園路（庭球場西側）脇の植栽
- ・園路（庭球場北側）脇の植栽
- ・園路（公園センター前）脇の植栽

の記載があり、これらの位置の詳細はわからないが、どこも利用頻度の高い場所である。その除染については、平成27年3月10日から、県の委託業者により汚染土壌 $9.2\text{m}^3$ が撤去され、6か所の平均で1m線量が $0.21 \mu\text{Sv/h}$ から $0.16 \mu\text{Sv/h}$ に27%低減していることが、3月16日発表の資料で明らかにされている<sup>6)</sup>。文献5) 6) という公的記録が、現在知ることが可能な公園全体の線量測定及び除染の経過の最新の情報である。

これ以前の情報としては、千葉県環境研究センターによる除染効果の検証という形で、平成25年度、26年度受理の研究が残っている。同センターの市川らは、柏の葉公園内の庭球場人工芝コートに敷かれていた珪砂が汚染されていたので、これをレノマチック（人工芝再生とゴミ除去の専用機）で抜き取り、汚染のない珪砂を散布するという除染作業を実施した<sup>7)</sup>。この作業の前後で1m線量が $0.26 \mu\text{Sv/h}$ から $0.09 \mu\text{Sv/h}$ に65%低減したことから、レノマチックによる抜き取りに効果があったとしている。この時点で、庭球場コート内は $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 程度になったと考えられるが、庭球場の園路脇の植栽等については、上述のように平成27年3月10日以降に $0.16 \mu\text{Sv/h}$ 程度になったと考えてよい。さらに、市川らは、同公園内の日本庭園内の歩道周辺の表土を削り取り（10mm厚さ）、高圧洗浄を組み合わせた除染作業を平成24年10～11月の3日間に行った<sup>8)</sup>。文献8) 表1によると、除染前後で1m線量（26地点の平均値）が $0.22 \mu\text{Sv/h}$ から $0.17 \mu\text{Sv/h}$ に23%低減したことが読み取れる。したがって、平成24年11月には日本庭園内は $0.17 \mu\text{Sv/h}$ 程度になっていたことが推測できる。ちなみに、文献6) の公的資料では（平成27年3月6日発表）、日本庭園の1m線量については $0.14 \mu\text{Sv/h}$ となっていて（測定位置の詳細はわからない）、市川らの除染作業からはほぼ3年経過ということから妥当な値であると判断できる。また文献8) では、同庭園内の土壌（7検体）と植物（13種）の放射性セシウム濃度をゲルマニウム半導体検出器で精密に測定しているが、乾燥土壌の状態で最大

16200Bq/kg が検出されていたことが読み取れる（表 2、3）。市川らは、同公園内の野球場周辺、冒険のトリデでも除染の効果を報告している<sup>9)</sup>。

次に、事故年の平成 23 年に遡る線量測定と除染の経過については、学会誌などに掲載されたものではないが、柏市民による情報から成るもののなかで、概要次のような報告がある<sup>10)</sup>。柏の葉公園の第 2 駐車場では、2011 年 11 月には 1 cm 線量（地上 1 cm の位置で測った線量）が  $11.75 \mu\text{Sv/h}$  であった。千葉県は 2012 年 2 月になって同公園内の線量測定を行い、高線量の場所を立ち入り禁止とし、同年 3 月 7 日には県の委託業者が除染作業（汚染土壤の除去、ドラム缶詰め、一時保管場所に搬送）を行った。除染後、3 月 10 日にこの市民が同じ場所を測定したところ、線量が  $0.67 \mu\text{Sv/h}$  まで激減していたことから、除染は効果的に行われたと記されている。こうした経過が、本来は千葉県 HP で平成 23 年度の項目に記載されているはずであるが、前述したように項目からリンクするページが削除されたようで現在では見当たらない。第 2 駐車場では 2012 年 3 月以降も除染が繰り返された可能性がある。なぜなら、第 2 駐車場の 1 m 線量は、文献 6) の公的資料では（平成 27 年 3 月 6 日発表）、脇の通路で  $0.11 \mu\text{Sv/h}$ （地面はアスファルト）、脇の園地で  $0.15 \mu\text{Sv/h}$ （同）程度にまで低下しており、この低下は自然減衰以上のレベルであるからである。

前述のように、文献 5) 6) は平成 27 年 3 月発表であり、これが柏の葉公園全体の線量測定及び除染の経過の最新の情報である。平成 28 年 3 月に入って、県民より公園内に線量が高い地点があるとの情報提供があり、その 2 日後に千葉県による当該地点の線量測定が行われている<sup>11)</sup>。結果は、県の除染対策基準を下回り、1 m 線量で  $0.15 \mu\text{Sv/h}$  程度であった。また、公園のすぐ横に「2 号調整池」（第 2 貯水池）がある。この池は集中豪雨などに伴う急激な雨水の流出を防ぐために整備されたものであるが、その周辺（第 2 水辺公園という）の線量も公表値がみあたらない（調査の有無もわからない）。公園内及び周辺の線量は現在（平成 28（2016）年度以降）どうなっているのか、第 2 水辺公園も含め柏の葉公園全体を知る必要が出てきている。さらに、県やまちづくり公社の HP には土壤放射能の公表値がみあたらない（調査の有無もわからない）。原発事故による放射能汚染の実態は線量だけではわからない。原発事故の環境影響を評価するためには、文献 8) のような高濃度の土壤がいまだに存在するのかなど、土壤放射能の状況を知ることが必要である。

こうした状況に鑑み、桐山ゼミでは、2016 年 10 月 11 日、2017 年 7 月 16 日、8 月 26 日の 3 回にわたり同公園を訪れ、公園全体と 2 号調整池周辺において、県の調査場所を含む地点の線量測定を行った。また、その中から 11 か所を選び土壤の採取・放射能の測定を行った。線量計は、国や行政で使用されている HORIBA PA1000 とクリアパルス A2700 を用いた。以下、線量及び土壤放射能の測定値とその評価・分析、文献 6) 8) との比較、参加した学生・院生の学びや今後の課題などについて述べる。

## 2 柏の葉公園の現状

千葉県立柏の葉公園は、東葛飾地域のほぼ中央部に位置し、地域の「緑・スポーツ・文化」の拠点として千葉県によって整備が進められている公園である。広大な敷地（45ha）には、芝生広場、多種類の樹木林、花壇など豊かな自然が存在し、総合競技場やコミュニティ体育館、野球場、庭球場などのスポーツ施設、更には日本庭園をはじめとする文化施設があり、子どもから高齢者まで幅広い年齢の人々の憩いの場となっているようである。文献4) のなかで公表されている公園案内図を改作し、図2に公園全体図として示す。第2水辺公園は桜の広場から西側に位置する。

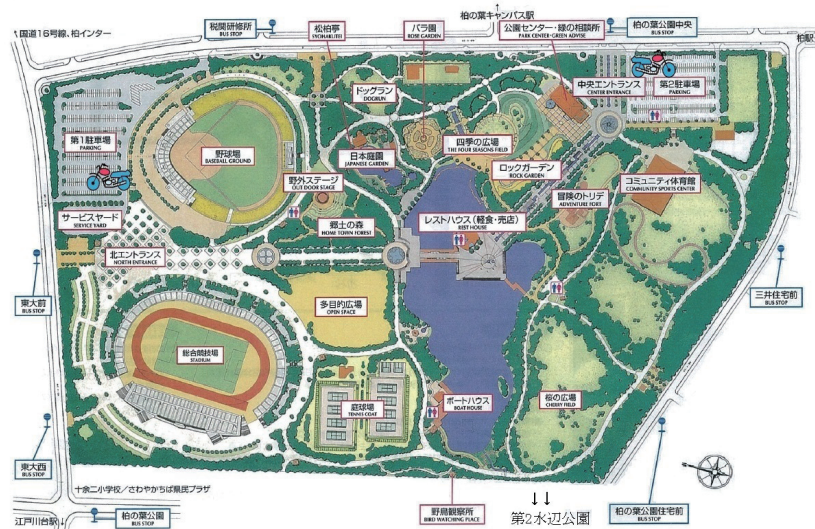


図2 柏の葉公園全体図

## 3 調査方法

線量測定は地上と地上1mの位置で行い、水元公園での測定<sup>12)</sup>と同様次のような手順で行った。

- ・測定地点に着いたら、測定値が落ち着くまで1分待つ。
- ・地上1mの位置に測定器を水平に持ち30秒毎に6回測定し、その平均値を1m線量とする。
- ・地上に測定器を置き（紙を敷く）、測定値が落ち着くまで1分待つ。
- ・30秒毎に6回測定し、その平均値を地表面線量とする。

- ・測定中に、周囲の情報をデータ表に書き込み写真を撮る。
- ・場所を移動し、次の地点に向かう。以上を繰り返す。

土壤採取及び測定は次のような手順で行った。

- ・地表面線量の異なる場所で、採取可能な土壌を1ℓ（リットル）程度採取する。
- ・土壌はビニール袋に取り、それをポリボックスに入れて試料の情報を記したラベルを貼る。

このようにして採取した土壌サンプルを大学に持ち帰り、できるだけ速やかに放射能測定およびγ線スペクトル観察を行った（1週間以内）。測定後は採取場所近辺に戻り現状の回復につとめた。

## 4 調査結果

### (1) 調査地点

図3に調査地点を示す。図中、●印は2016年10月11日、■印は2017年7月16日、▲印は2017年8月26日の測定である。3回の調査で計36地点を測定した。

### (2) 空間線量率

図4に、36調査地点の測定位置と場所、1m線量、地表面線量とそれぞれの統計誤差（95%信頼区間）、用いた線量計を示す。

測定位置の●印などは上述と同様である。2016年10月11日、2017年7月16日の測定では、同じ場所の少し離れた位置を2種の線量計で測定し、マイクロスポットのような状況が生じている可能性も調べた。2017年8月26日は、第2水辺公園と2016年の測定で漏れていたコミュニティ体育館そばの遊具付近を測定した。その結果、次の4つのことが分かった。

①桜の広場の1カ所（■7）を除き、1m線量は0.06～0.15μSv/h程度、地表面線量は0.07～0.30μSv/h程度であった。どちらも、創価大学教職大学院（八王子市丹木町1-236）あたりの線量（0.07～0.08μSv/h程度）の1～4倍程度の値であった。

②同じ場所でも少し離れると線量が2倍弱違うことがあった。第2駐車場（●2と●9）、庭球場（●4と●12）、レストハウス（●6と●14）、桜の広場（■7と■14）。

③冒険のトリデでは、子どもが遊んでいるところ（●15）は線量が低く、通路奥からのぞむ池の近く（●8）では高かった。

④第2水辺公園では、1m線量は0.04～0.11μSv/h程度、地表面線量は0.05～0.20μSv/h程度であったが、同じ場所でも（▲4）、通路のアスファルト上と通路脇の土の上では地表面線量に違いが出た。



図3 調査地点（上：柏の葉公園、下：2号調整池付近）

測定位置●	測定場所	1m線量[μSv/h]		誤差	地表面線量[μSv/h]		誤差	線量計
1	第2駐車場	0.138	±	0.019	0.209	±	0.018	PA1000
2	庭球場	0.093	±	0.011	0.076	±	0.009	〃
3	庭球場	0.121	±	0.007	0.094	±	0.018	〃
4	庭球場	0.102	±	0.016	0.126	±	0.017	〃
5	野鳥観測所	0.117	±	0.016	0.184	±	0.018	〃
6	レストハウス	0.129	±	0.006	0.219	±	0.014	〃
7	レストハウス	0.090	±	0.024	0.17	±	0.016	〃
8	冒険のトリデ	0.136	±	0.014	0.286	±	0.014	〃
9	第2駐車場	0.118	±	0.016	0.131	±	0.015	A2700
10	庭球場	0.078	±	0.023	0.079	±	0.014	〃
11	庭球場	0.080	±	0.011	0.077	±	0.016	〃
12	庭球場	0.129	±	0.015	0.171	±	0.012	〃
13	野鳥観測所	0.123	±	0.008	0.180	±	0.023	〃
14	レストハウス	0.096	±	0.005	0.139	±	0.036	〃
15	冒険のトリデ	0.067	±	0.016	0.071	±	0.014	〃

測定位置■	測定場所	1m線量[μSv/h]		誤差	地表面線量[μSv/h]		誤差	線量計
1	中央エントランス	0.105	±	0.005	0.157	±	0.007	PA1000
2	バラ園	0.092	±	0.005	0.139	±	0.008	〃
3	ドッグラン	0.082	±	0.005	0.112	±	0.005	〃
4	日本庭園	0.133	±	0.004	0.233	±	0.010	〃
5	桜の広場	0.071	±	0.003	0.066	±	0.006	〃
6	桜の広場	0.126	±	0.007	0.117	±	0.003	〃
7	桜の広場	0.280	±	0.010	0.512	±	0.010	〃
8	中央エントランス	0.079	±	0.028	0.096	±	0.006	A2700
9	バラ園	0.097	±	0.004	0.174	±	0.004	〃
10	ドッグラン	0.099	±	0.004	0.103	±	0.004	〃
11	日本庭園	0.101	±	0.006	0.123	±	0.007	〃
12	桜の広場	0.092	±	0.005	0.104	±	0.008	〃
13	桜の広場	0.143	±	0.014	0.147	±	0.007	〃
14	桜の広場	0.139	±	0.003	0.140	±	0.011	〃

測定位置▲	測定場所	1m線量[μSv/h]		誤差	地表面線量[μSv/h]		誤差	線量計
1	第2貯水池周辺	0.105	±	0.006	0.193	±	0.005	PA1000
2	第2貯水池周辺	0.072	±	0.002	0.076	±	0.004	〃
3	第2貯水池周辺	0.081	±	0.003	0.135	±	0.005	〃
4	第2貯水池周辺	0.089	±	0.010	0.089*	±	0.005	〃
4	第2貯水池周辺	0.089	±	0.010	0.144*	±	0.007	〃
5	第2貯水池周辺	0.082	±	0.001	0.085	±	0.005	〃
6	第2貯水池周辺	0.095	±	0.006	0.105	±	0.001	〃
7	コミュニティ体育館	0.043	±	0.001	0.045	±	0.003	〃

\*アスファルトの上

\*\*周辺の土の上

図4 各調査地点の測定位置と場所、1 m 線量、地表面線量と統計誤差、用いた線量計

## (3) 1 m 線量と地表面線量の関係

全ての線量測定値を、1 m 線量を横軸に、地表面線量を縦軸にとってプロットした (図5)。

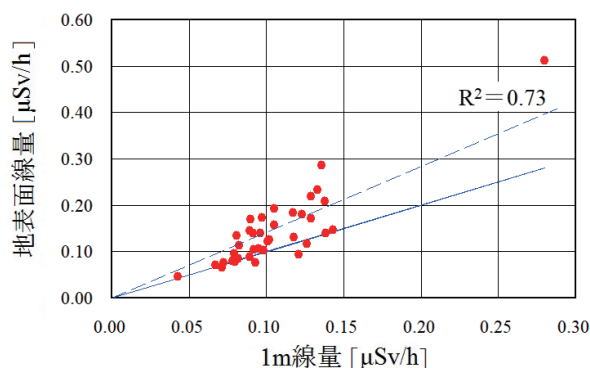


図5 1 m 線量と地表面線量の関係

原点を通る点線はデータの最適線を示す。原点を通る実線は地表面線量と 1m 線量が等しくなる場合を示す。このような状態は、土壤汚染が広い範囲に一律に生じている場合、または土壤汚染がほとんど問題にならない場合のどちらかである。今回の調査の平均値は、

$$\text{地表面線量} = 0.143 \mu\text{Sv/h}$$

$$1 \text{ m 線量} = 0.106 \mu\text{Sv/h}$$

$$r_{0/1} = 1.36$$

( $r_{0/1}$  は、最適線から求めた地表面強度倍率：1 m 線量に対する地表面線量の比率) となり、地表面線量は 1 m 線量より 1.4 倍ほど高いという結果であった。 $r_{0/1}$  の数値から、土壤の放射能が空間線量の要因になっていることがわかった。

## (4) 土壤の放射能

HORIBA PA1000 とその専用容器を用いた簡易測定は、ATOMEX 社製 AT1320A との比較において 20%ほど過大に出るサンプルがあるものの、簡易な操作ながら妥当な方法であると判断されている<sup>13)</sup>。簡易測定で測っているのは  $\gamma$  線成分であるため、測定値には放射性の Cs とともに  $^{40}\text{K}$  などの自然放射能の寄与も含まれている。採取した土壤は乾燥させずに、8 ～ 9mm 程度のふるいにかけて土壤以外のもの（枯れ葉や植物の根、小石など）を取り除き、よくかき混ぜて均一にしてから測定にかけている。したがって、自然に存在している土壤の状態に近く、水分や空気（団粒構造）を含む状態での測定である。図6に、土壤採取場所の位置と簡易測定による土壤放射能及び統計誤差（95%信頼区間）を示す。採取した土壤には 800 ～ 4400Bq/kg 程度の放射能が認められた。これは、八王子市の創価大学教職大学院の駐車場で採取した土

測定位置●	測定場所	放射能[Bq/kg]	誤差
4	庭球場	1540 ±	190
5	野鳥観測所	800 ±	170
8	冒険のトリデ	2140 ±	160
12	庭球場	2020 ±	250
13	野鳥観測所	2180 ±	170

測定位置■	測定場所	放射能[Bq/kg]	誤差
5	桜の広場	630 ±	110
6	桜の広場	910 ±	200
7	桜の広場	4400 ±	160
14	桜の広場	2050 ±	240

測定位置▲	測定場所	放射能[Bq/kg]	誤差
1	第2貯水池 周辺	3260 ±	170
4	第2貯水池 周辺	2760 ±	160

図6 土壤採取場所の位置と簡易測定による土壤放射能及び統計誤差

壤の値（200 ～ 300Bq/kg で、簡易測定では自然放射能か人工放射性セシウムかの判断が難しい値）の最大で 20 倍程度の値である。

#### (5) $\gamma$ 線スペクトルの測定

MCA 装置 クリアパルス A2702 を用いて、採取した土壤中の  $\gamma$  線スペクトルを観察した。 $\gamma$  線スペクトルを観察すると、土壤などからどの元素から出た  $\gamma$  線が飛んできているのかがわかる。一例として、● 13 地点の土壤の測定値を図 7 に示す。結果、人工放射性セシウム  $^{137}\text{Cs}$  および  $^{134}\text{Cs}$  に特徴的なピークが認められた。この傾向は、採取したすべての土壤で観察された。A2702 は教育用装置であるが、このカウント

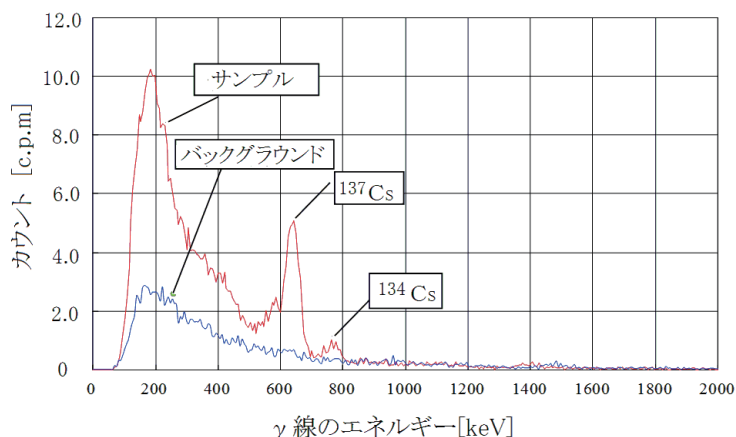


図7 ● 13 地点の土壤の測定値

値から人口放射性セシウムの含有量を見積もることも可能である。その値は簡易測定  
の放射能値よりも 20%ほど低い値が得られているが、簡易測定が全ての  $\gamma$  線成分を  
含むものであることなどを考えると、大きな矛盾はない。

## 5 考察

### (1) 地表面線量と土壤放射能の関係

図4及び図6のデータから、地表面線量と土壤放射能の関係を調べた。地表面線量  
を横軸に、土壤放射能を縦軸にプロットして最適線を入れた結果を図8に示す。最適  
線の決定係数  $r^2$  は 0.49 と小さくなり、両者は明確な直線関係ではなくなるが、地表  
面線量が高いところは土壤放射能も大きいという傾向は出ている。この傾向から、地  
表面線量は線量計の直下の土壌とともに近辺の土壌の影響も受けていることが示唆  
された。また、図8の最適線は地表面線量から土壤汚染を推定するための目安となる。  
このような単純な推定ではあるが、地表面線量が  $0.2 \sim 0.3 \mu\text{Sv/h}$  程度であれば、土  
壌汚染は  $1000 \sim 3500 \text{Bq/kg}$  程度と見積もることができる。

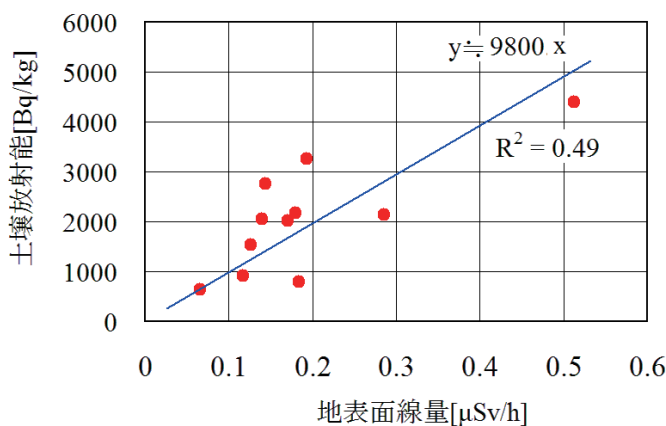


図8 地表面線量と土壤放射能の関係

### (2) 遊び場所と道路脇の比較

図4で庭球場・遊び場（● 2、3、10、11、15、▲ 7）と道路脇（● 4、5、12、  
13）の 1 m 線量を独立 2 群の t 検定で比較した。結果は、それぞれの平均値に 5 %  
の有意差が出た ( $t = 2.66$ 、 $DF = 8$ )。平均値  $\pm$  標準誤差で表記すると下記のように  
なった。

遊び場の線量： $0.080 \pm 0.006 \mu\text{Sv/h}$

道路脇の線量： $0.118 \pm 0.011 \mu\text{Sv/h}$

データ数は少ないが、庭球場・遊び場はしっかりと除染されていることがうかがえる。

### (3) 北側と南側の比較

図4の数値から、桜の広場あたりの南側（■5、6、7、12、13、14）が、バラ園、ドッグラン、日本庭園がある北側（■2、3、4、9、10、11）より線量が高いのではないかと思われ、それぞれの6データを独立2群のt検定で比較した。その結果、それぞれの平均値に有意差は出なかった。1m線量と地表面線量を、平均値±標準誤差で表記すると下記ようになった。

1m線量      南側：0.142 ± 0.030 μSv/h  
                  北側：0.101 ± 0.007 μSv/h  
 地表面線量   南側：0.181 ± 0.067 μSv/h  
                  北側：0.142 ± 0.020 μSv/h

有意差が出なかった理由は、データ数が少ないことと、平均値に30～40%の差が出るもののそれぞれの標準誤差が大きいことである。この結果は、広い公園であるため場所的に線量の高低がみられても、近傍のばらつきも大きいことを示唆している。つまり、マイクロスポットがあってもそれが見逃される可能性があることを意味している。

### (4) 先行の調査との比較

文献6)に示されている除染対象となった場所のなかで、庭球場園路脇植栽と公園センター前園路脇植栽の1m線量について、本測定と次のような比較を試みた（図9）。

平成27年3月測定 <sup>6)</sup> 除染前→除染後[μSv/h]		本測定（測定値と場所） [μSv/h]
庭球場園路西側	0.20 → 0.17	0.116* ●4 ●12
庭球場園路南側	0.20 → 0.145*	0.102* ●2 ●3
庭球場園路北側	0.24 → 0.16	0.079* ●10 ●11
公園センター前	0.20 → 0.17	0.092* ■1 ■8

図9 文献6)との比較  
 (\*：2地点の平均値 ※：右記2地点の平均値)

文献6)の詳しい測定位置が分からないため正確な比較ではないが、平成27年3月から2年ほど経過した本測定値を見ると、1m線量は下がってきているように見える。

文献8)に示されるように、日本庭園の7サンプルの土壌放射能の精密な測定が行われた結果（平成24年10、11月）、乾燥土壌の状態では320～16200Bq/kgの放射性

Cs ( $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ ) が検出され、採取位置によって大きな差が出ていることがわかる。本測定では日本庭園やその付近の土壌を採取することができなかった。図6の測定値で日本庭園に最も近いものはレストハウスそばの池付近の土壌であり(●8)、約2000Bq/kgの放射能が出ている。また、日本庭園(■4、11)の地表面線量から、図8の関係を用いると土壌には1000～3000 Bq/kg程度の放射能が存在するものと推定される。本測定は自然に存在する状態での簡易測定によるものであることから、文献8)との妥当な比較はできないが、土壌を乾燥させると土が濃縮されて放射能値は上昇すると考えられる故、文献8)の測定時から4～5年経過しても土壌放射能はなかなか減らないという状況が見え、半減期の長い $^{137}\text{Cs}$ が原因であることがうかがわれる。

#### (5) 測定に参加した学生・院生の学びから

1でも示したように、第2水辺公園での他の測定は見られなかったので、本測定の公表は今後の参考になるものと考えられる。写真1に第2水辺公園における測定の様子を示す。桜の広場の■7地点では線量、土壌放射能がともに高かったが、すぐそばの▲1地点も■7地点程ではないが他の▲地点よりは高かった。▲1地点には、桜の広場の西側(■13付近)から一端外に出てから入る。そこから貯水池が見える。▲4地点から庭球場方面(●12付近)に上がっていくことができる階段があった。▲6



写真1 第2水辺公園における測定

付近は木で通路が造られていて、通路下の土の上などを測定した。▲4 地点では1 m線量の測定の後、2箇所（アスファルト上と通路横の土の上）で地表面線量を測定し、違いがあることを学んでいる。写真2にその様子を示す。場所を変えて何度も測定し、操作に慣れることができてくると、“測定の勘所”をつかむことにつながる。これが熟達とよばれている学習者の知的成長で、理科教育による人間形成の一つ（事実を知る力）であると筆者は考える。写真3に日本庭園での測定の様子を示す。



第2水辺公園の調整池周辺通路(▲4)での  
地表面線量測定(上:土の上 下:アスファルト)

写真2 地表面線量の測定の様子

参加した学生が調査の振り返りで次のようなコメントを残した（原文ママ 下線と（ ）内の加筆は筆者）。

「……最も自分の中で大きな学びだったのが、八王子の研究室で測定した数値と柏の葉公園で測定した数値の違いを実際に経験し本当に公園の方が数値が高いのだという実感や、公園の中でも雨上がりで流れてきた水のたまりやすい岩の下や、道路側のあまり人が入らないような木の下での測定値が高いという実感だった。約  $0.5 \mu\text{Sv/h}$  の



日本庭園での測定（小石の上では、 $0.197 \mu\text{Sv/h}$ の値）

写真3 日本庭園での測定の様子

値が出たときは（桜の広場■7）、八王子の5倍以上もの値であったのでとても驚いた。またこのような数値を目の当たりにしたときに、今まで理科で学んできた放射線についての学びが深まっていくのを感じた。」

理科の実地調査は実感をともなった理解を生む効果がある。この実感の共有があつてはじめて何が起きているのかを探る討論も可能になる。そして、実感の共有や討論は次期学習指導要領総則でうたわれている「学びに向かう力、人間性等の涵養」にもつながっていくのではないかと考えている。

## 6 おわりに

千葉県柏市「柏の葉公園」では、筆者らが調査した範囲では、1 m 線量は  $0.06 \sim 0.15 \mu\text{Sv/h}$  程度、地表面線量は  $0.07 \sim 0.30 \mu\text{Sv/h}$  程度であった。1 m 線量については行政の測定値と大きな差異はなかった。しかし、土壌の採取・測定では、 $800 \sim 4400\text{Bq/kg}$  程度の放射能が認められた。これは八王子市で採取した土壌の値（ $200 \sim 300\text{Bq/kg}$ ）の最大 20 倍程度の値であった。また、全ての土壌サンプルの  $\gamma$  線スペクトルに、人工放射性セシウムの鋭いピークが認められた。このような土壌で育てられた作物を摂取し続けた場合、どのような影響が予想されるだろうか。文献 2) で述べられているように、1 年後は体内に  $200\text{Bq}$  程度の放射性セシウムの蓄積が予想される。この値は、体内の自然放射能である  $^{40}\text{K}$  の存在量  $4000\text{Bq}$  程度に比べて 1 桁小さい。この内部被曝の影響は極めて微量なのか、この追加の内部被曝が遺伝子修復バランスを崩すのかについては様々な主張がある。筆者にはこれらの是非について妥当な医学的判断はできないため、地域の住民にどのような健康影響を与えるのかは発言できない。しかし、公共の公園土壌に、この程度の放射能がいまだに存在する事実は重く受け取らねばならない。

柏の葉公園は、野球場や庭球場、体育館など多くの施設があり、市民の憩いの場として子どもや高齢者を含む幅広い人々に利用されている。今回の調査を通して次の課題がうかびあがった。

- ① 原発事故の事実を知り後生に伝えるために今後も調査を持続する必要があること。
- ② 土壌に触る可能性がある子どもへの注意喚起を促すこと、正しい情報を発信していくこと。
- ③ 可能なら  $3000\text{Bq/kg}$  より高いところは表土を取り除くこと。

①は筆者ら生活者、教育者の課題である。健全な人間社会の存続のため、事実を記録し続け将来に残すことが大切であると考えるのは自然であろう。また、②③は予防原則の観点から行政へ求めたい事柄である。調査に参加した学生、院生には、調査で学んだことを教育現場でも生かしてほしい。

## 引用・参考文献

- 1) 原子力規制委員会 HP：「文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について」, <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4901/view.html>
- 2) 桐山信一：「福島原発事故は東京葛飾区水元公園にどのような影響を与えたのか－放射能独自調査から－」, 『創大教育研究第』, 26号（2016）, pp.47-64
- 3) 柏の葉公園：千葉県柏市柏の葉4丁目、JR常磐線・東武野田線柏駅西口 東武バス2番乗り場より“国立がん研究センター行き”に乗車し, “三井住宅前”下車, あるいは“柏の葉キャンパス駅西口行き”に乗車して“柏の葉公園中央”下車（所要約20分）, <http://www.cue-net.or.jp/kouen/kasiwa/>
- 4) 千葉県 HP：「県立都市公園等における放射性物質等の測定・除染について」, <https://www.pref.chiba.lg.jp/kouen/toshikouen/toshi-sokuteikekka/index.html>
- 5) 一般財団法人千葉県まちづくり公社 HP：「県立柏の葉公園内の空間放射線量について」, [http://www.cue-net.or.jp/kouen/kasiwa/news/news\\_20150306/](http://www.cue-net.or.jp/kouen/kasiwa/news/news_20150306/)
- 6) 一般財団法人千葉県まちづくり公社 HP：「県立柏の葉公園内の除染作業完了について」, [http://www.cue-net.or.jp/kouen/kasiwa/news/news\\_20150316/](http://www.cue-net.or.jp/kouen/kasiwa/news/news_20150316/)
- 7) 市川有二郎ほか：「千葉県立柏の葉公園内の庭球場における除染効果の検証」, 『環境放射能除染学会誌』, Vol.1, No.2, pp.129-137（2013）
- 8) 市川有二郎ほか：「千葉県立柏の葉公園内の日本庭園における除染効果の検証」, 『RADIOISOTOPES』, 63, pp.45-55（2014）
- 9) 市川有二郎ほか：「千葉県立柏の葉公園内の「冒険のトリデ」における除染効果の検証」, 『RADIOISOTOPES』, 63, pp.13-30（2014）
- 10) 高瀬義彦：「放射能汚染測定－放射能汚染された駐車場雨水排水路の除染－」, <http://yagashiwa.web.fc2.com/dosesurvay/dosesurvay.html>
- 11) 千葉県 HP：「県立柏の葉公園内の空間放射線量の測定結果について（平成28年3月16日）」, <https://www.pref.chiba.lg.jp/kouen/press/2015/280316-sokuteikekka.html>
- 12) 前掲2)
- 13) 桐山信一：「放射線測定器による土壌放射能の簡易定量－忘れられかけている福島原発事故影響を学校理科・総合の題材に－」, 『教育学論集』, 第67号（2015）, pp.17-28

# **Radiation Air Dose Rate and Soil Radioactivity in “KASHIWANOHA Park”**

**—Dose Rate and Soil Survey in 2016 and 2017—**

**Nobukazu KIRIYAMA**

## **Abstract**

Dose measurement of “Kashiwanoha Park” was done by administrative (Chiba prefecture) in 2016 based on information providing from Chiba citizen. The result was about 0.15  $\mu\text{Sv/h}$  at 1m high which was lower than the prefecture decontamination level value. In the same year, we carried out our own dose and soil measurements at several places including the same measuring points as the Chiba prefecture. As a result, the 1m high was the same level as the Chiba prefecture measured value, but in the soil radioactivity of 800 to 4400 Bq/kg was observed. In addition, when observing the  $\gamma$ -ray spectrum, characteristic peaks of artificial radioactive cesium were observed from all collected soils. Based on these findings, the dose has been decreasing, but still now after six and a half years from the Fukushima nuclear power plant accident, the artificial radioactivity remained.

Key words: Fukushima nuclear power plant accident, Radioactive contamination, Kanto area