

大阪市内におけるスポーツグラウンドの 自然放射線量の測定について

柴 山 慧

本研究では大阪市内のグラウンドにおける放射線量と、そこでスポーツを行う人はどのような放射線環境にあるかを把握することを目的とした。測定方法は、大阪市内のグラウンドで地表面と1m上の2点において測定を行った。また、高度と放射線強度の変化の關係に焦点をあてるため観覧車に乗っての測定、地表から10cmごとの値を2m地点まで測定することも行った。測定器具はNaIシンチレーションサーバイメータ (HORIBA社製, PA1000型Radi, 1"×1")を使用した。その結果、グラウンドでの放射線量は大阪府の平均値の2倍に近い値であったことから、グラウンドでスポーツをするということは、大阪府のこれ以外の場所で生活するより約2倍の放射線を浴びているということが分かった。また、平均身長122.4cmの小学1年生は平均身長171.6cmの20歳の成人より約10%、浴びている放射線量が増加することも分かった。

キーワード：自然放射線、グラウンド、高度、子ども、成人

1 はじめに

2011年3月11日におきた東日本大震災における東京電力福島第一原子力発電所事故に伴い、大量の放射性物質が広範囲に飛散した。その結果、2013年現在でも福島県をはじめ近隣の県でその除去作業が行われている。なかでも放射線の子どもに対する影響が大きいことや、「チルドレンファースト」(日本原子力研究開発機構、2011)の考え方にもとづいて学校などの教育施設、市民グラウンドや公園などの放射線量の計測が最も早く行われ、また除去作業が開始された(文部科学省通知、2011)。除去作業が行われたところでは、放射線量の値は下がってきてはいるが、部分的にホットスポットとして高い値が残っていることも時折発見される(文部科学省、2012)。しかし今なお放射線量の値があまり下がっていないところも数多く存在する。

当該地域のグラウンドや公園の現在の放射線量の値は文部科学省などのホームページで公表されている。このような状況下で、本来(事故の前)これらのグラウンドや公園がどのような自然放射線量を持っていたのかという測定データがないため、現在値との比較が出来ない状況である。

近畿地方の多くのグラウンドはマサ土と呼ばれる花こう岩の風化した土を使用している場合が多い(高橋、1999)。岩石はいずれも自然放射線を出しているが(湊、1998)、花こう岩が最も多く放出している。そのため関東以北のグラウンドと比べ関西以西のグラウンドはもともと放射線量が高い傾向にあると考えられる。

そこで本研究はこの事故における放射性物質の降下を受けていない大阪市の市民グラウンドなどで、現時点の自然放射線量の測定を行った。もし福島第一原発と同じような事故が起きた場合にもそれ以前の状態が把握できていれば、汚染の度合いを正確に知ることが出来る。大阪市における現在の放射線量は文部科学省のホームページでリアルタイムや日平均などが常に表示されている。しかしその場所は1箇所のみでしかも20mの高さのビルの屋上での値である(表示には地表1mの推定値も表示されてはいる)。

そのために現在の市民グラウンドにおける放射線量を早急に把握し、そこでスポーツを行う人はどのような放射線環境にあるかを把握することが本研究の目的である。

2 測定方法

測定器具(写真1)はNaIシンチレーションサーベイメータ(HORIBA社製, PA1000型 Radi, 1"×1")を使用した。測定値は30秒間の平均値を1秒ごとに移動平均して表示されるため10個のデータを読み取り、その平均を取った。また測定機器は空気の吸収線量率(nGy/h)に換算できるように独立行政法人産業技術総合研究所中部センター放射線計測課において校正されている。

測定方法は、各グラウンドの中2箇所で測定し、測定器を地表面と1m上(写真2)の2点において測定を行った。1mの高さでの測定は原発事故後東北各地のグラウンドでの測定がこの高さで行われているためそれに準じた。地表に置いた場合は地表から約30cmの深さの範囲に存在する土壌中の天然放射性核種(^{238}U 系列, ^{232}Th 系列, ^{40}K)の γ 線量率を測定していることになる。1mの高さで測定するとそこから半径約20mから放出されている放射線を測っていることになる(Minato, et al.1970)。また高度と γ 線強度の関係を確かめるために、地表面から2mの高さと観覧車に乗って約100mまでの高さの放射線強度分布を調べた。

測定位置はGPS測定器を使用し経度緯度を読み取った。測定単位は $\mu\text{Sv/h}$ を使用した。自

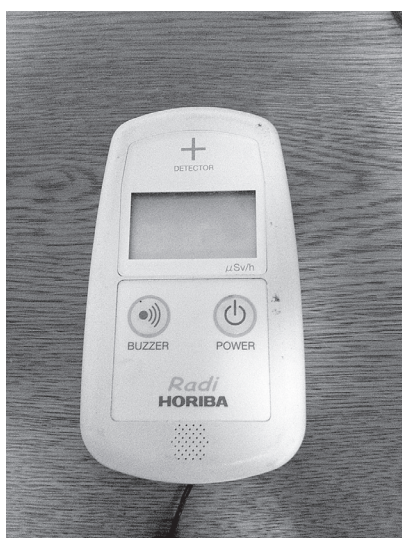


写真1 測定器



写真2 地表1mの測定時

自然放射線の研究ではnGy/hを使用するため参考にその単位での記載も行った。

測定期間は2013年5月3日～9月10日までである。

3 測定場所

大阪市における放射線量の測定は、これまで柴山ほか（2004）の研究のみで、測定地点は30箇所であるが主に神社の境内で行われていて、市民グラウンドでの測定は行われていない。そのため本研究では上記の目的のために市民グラウンドのみ37地点の測定を行った（図1）。大阪府域17自治体が参画しているスポーツ施設利用システムの、オーパスシステムにある大阪市内の野球場（南港中央野球場と舞州ベースボールスタジアムは芝生のグラウンドのため対象外）と運動場を具体的な測定対象とした。これらのグラウンドでは子どもから成人の野球、少年サッカー、ウォーキング、ラジオ体操、グラウンドゴルフ、ゲートボール、子どもたちの日常遊びなどさまざまなスポーツ活動が、幅広い年齢層によって行われている。



図1 測定を行ったグラウンドの場所（丸囲みは0.1 μ Sv/h以上）

4 グラウンドの利用現況

大阪市の市民グラウンドにおける利用状況を知ることにはそこにどれくらいの人々が自然放射線の影響を受けているかを知る上でも重要である。市民施設の利用状況は公表されている（大阪市2010）（図2）。それによると市民グラウンドの利用状況は平均で約47%であるが、中には

70%も利用されているグラウンドもある。土曜、日曜、祝日はいずれのグラウンドも早朝から日没までフルに利用されている。多くの場合は軟式野球や少年野球などである。このように屋外スポーツ施設としては利用率が高い施設である。

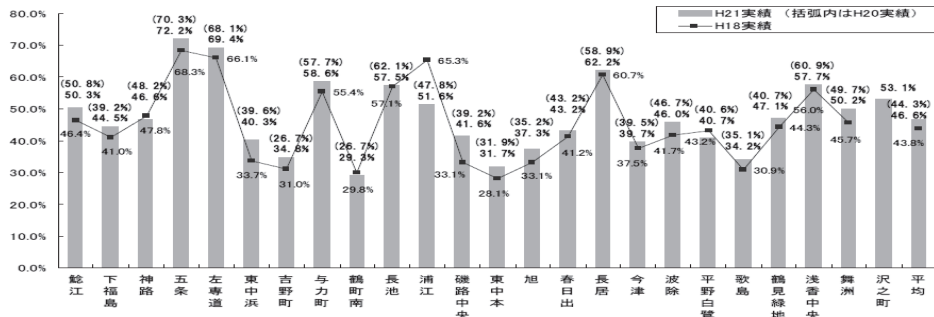


図2 市民グラウンド（運動場）の利用率の例

（大阪市 市民施設の利用状況より）

また、一日のグラウンド利用者数や行われているスポーツ種目の把握のために、9月22日日曜日に長池運動場（東住吉区）、9月23日祝日月曜日に平野白鷺運動場（平野区）で観察法による現地調査を実施した。午前6時30分にラジオ体操が日本全国で行われていること、午前7時から午後5時まで2時間ずつで運動場の貸し出しが行われていることから、観察の時間帯区分は設定した。表1よりどちらの運動場も日曜日や祝日には1日の利用者数が250人以上であることが分かる。その内訳が子どもか成人かについては、グラウンドによって異なるものと予想される。

表1 長池、平野白鷺運動場の一日の利用者数と実施スポーツ種目

時間帯	長池運動場			平野白鷺運動場		
	子どもの人数	成人の人数	実施されていたスポーツ種目	子どもの人数	成人の人数	実施されていたスポーツ種目
6時30分	0	27	ラジオ体操	0	7	ラジオ体操
7時～9時	32	15	軟式少年野球	0	31	軟式野球
9時～11時	20	4	軟式少年野球	0	45	軟式野球
11時～13時	19	8	軟式少年野球	14	33	軟式野球
13時～15時	55	37	軟式少年野球	4	45	軟式野球、日常遊び
15時～17時	26	19	軟式少年野球	24	48	軟式野球、日常遊び
17時～19時	3	0	日常遊び	4	5	ウォーキング、日常遊び
合計人数	155	110		46	214	

5 測定結果

測定データを表2に示す。測定地点は37グラウンド74地点である。市民グラウンドでの1mの高さの放射線量は最小で0.045 μ Sv/h、最大で0.098 μ Sv/hであった。また地表面での測定で

表 2 測定結果

No.	地点名	地点	地表 $\mu\text{Sv/h}$	地上1m $\mu\text{Sv/h}$
1	長居運動場	東	0.082	0.065
2	長居運動場	西	0.085	0.078
3	平野白鷺運動場	東	0.096	0.080
4	平野白鷺運動場	西	0.097	0.092
5	長池運動場	東	0.071	0.060
6	長池運動場	西	0.070	0.063
7	浅香中央運動場	東	0.082	0.070
8	浅香中央運動場	西	0.086	0.076
9	沢之町運動場	東	0.080	0.070
10	沢之町運動場	西	0.082	0.065
11	大阪城野球場	東	0.075	0.065
12	大阪城野球場	西	0.081	0.066
13	蒲生野球場	東	0.075	0.066
14	蒲生野球場	西	0.077	0.063
15	松島野球場	東	0.086	0.075
16	松島野球場	西	0.083	0.072
17	桜之宮野球場	東	0.080	0.069
18	桜之宮野球場	西	0.087	0.070
19	真田山野球場	東	0.070	0.053
20	真田山野球場	西	0.080	0.063
21	桃谷野球場	東	0.115	0.090
22	桃谷野球場	西	0.107	0.095
23	寺田町野球場	東	0.065	0.055
24	寺田町野球場	西	0.063	0.045
25	小林野球場	東	0.110	0.095
26	小林野球場	西	0.090	0.082
27	十三野球場	東	0.090	0.070
28	十三野球場	西	0.085	0.075
29	中島野球場	東	0.072	0.063
30	中島野球場	西	0.075	0.065
31	北加賀屋野球場	東	0.091	0.082
32	北加賀屋野球場	西	0.090	0.069
33	鯉江運動場	東	0.106	0.087
34	鯉江運動場	西	0.104	0.087
35	東中浜運動場	東	0.073	0.065
36	東中浜運動場	西	0.069	0.058
37	左専道運動場	東	0.069	0.065
38	左専道運動場	西	0.070	0.057
39	今津運動場	東	0.077	0.065
40	今津運動場	西	0.080	0.065
41	春日出運動場	東	0.097	0.085
42	春日出運動場	西	0.090	0.081
43	下福島運動場	東	0.067	0.082
44	下福島運動場	西	0.076	0.060
45	吉野町運動場	東	0.110	0.086
46	吉野町運動場	西	0.113	0.090
47	与力町運動場	東	0.088	0.068
48	与力町運動場	西	0.075	0.069
49	浦江運動場	東	0.103	0.086
50	浦江運動場	西	0.101	0.093
51	神路運動場	東	0.115	0.098
52	神路運動場	西	0.086	0.073
53	五条運動場	東	0.087	0.068
54	五条運動場	西	0.079	0.069
55	東中本運動場	東	0.055	0.047
56	東中本運動場	西	0.062	0.053
57	鶴町南運動場	東	0.100	0.085
58	鶴町南運動場	西	0.110	0.090
59	波除運動場	東	0.087	0.078
60	波除運動場	西	0.084	0.079
61	磯路中央運動場	東	0.082	0.071
62	磯路中央運動場	西	0.095	0.079
63	歌島運動場	東	0.103	0.091
64	歌島運動場	西	0.109	0.090
65	旭運動場	東	0.085	0.073
66	旭運動場	西	0.079	0.063
67	鶴見緑地運動場	東	0.075	0.062
68	鶴見緑地運動場	西	0.104	0.095
69	鶴見緑地第2運動場	東	0.065	0.057
70	鶴見緑地第2運動場	西	0.075	0.062
71	舞洲運動広場運動場	東	0.085	0.072
72	舞洲運動広場運動場	西	0.082	0.069
73	鶴浜緑地運動場	東	0.062	0.052
74	鶴浜緑地運動場	西	0.065	0.050

は最小が $0.055 \mu\text{Sv/h}$ 、最大が $0.115 \mu\text{Sv/h}$ であった。地表面での測定値の平均は、 $0.084 \pm 0.014 \mu\text{Sv/h}$ 、地表から1 mの場所では $0.072 \pm 0.013 \mu\text{Sv/h}$ であった。このことから地表面より1 m上では約15%減衰することがわかる。

表3 データー一覧

	地表面 (74 地点)	高度 1m (74 地点)
最大値	$0.115 \mu\text{Sv/h}$ (102.4 n Gy/h)	$0.098 \mu\text{Sv/h}$ (87.3 n Gy/h)
最小値	$0.055 \mu\text{Sv/h}$ (49.0 n Gy/h)	$0.045 \mu\text{Sv/h}$ (40.1 n Gy/h)
平均値	$0.084 \pm 0.014 \mu\text{Sv/h}$ (74.8 \pm 12.4 n Gy/h)	$0.072 \pm 0.013 \mu\text{Sv/h}$ (54.1 \pm 11.6 n Gy/h)

6 考察

上記のように利用者が多いグラウンドはどのような放射線環境にあるかを調べた。

◎大阪府との比較

大阪市の市民グラウンドでの放射線量の平均値は地表面で、 $0.084 \pm 0.0144 \mu\text{Sv/h}$ 、地表から1 mの場所では $0.072 \pm 0.013 \mu\text{Sv/h}$ であったが、「はかるくん」による測定値の都道府県別平成2年～10年の平均値((財)放射線計測協会)、によると大阪府の平均は $0.051 \mu\text{Sv/h}$ となっている。この値はいろいろな測定対象においての測定値である。これからみるとグラウンドでの放射線量は大阪府の他の場所の平均値の2倍に近い値であることがわかる。このようにグラウンドでスポーツするということは、大阪府のこれ以外の場所で生活するより約2倍の放射線を浴びてことになる。

このように市民グラウンドや学校のグラウンドには関西では花こう岩の風化土壌であるマサ土が使用されている場合が多い(高橋, 1999)。岩石の中で自然放射線(γ 線)を最も多く放射しているのが花こう岩である(松田ほか, 1999)。このため市民グラウンドでの放射線量は他の場所に比べて値が高くなると考えられる。

◎福島市との比較

現在(2013年6月18日)の福島県福島市における市民グラウンドや公園の1 mの高さの放射線量は表3のような値が公表されている。大阪市の市民グラウンドの平均値の約25倍近い値である。

やはり東京電力福島第一原発の事故現場に近い福島市の場合は大阪市民の約25倍の放射線を浴びていることになる。

表4 福島市との比較

グラウンド・公園	最大値 $\mu\text{Sv/h}$	最小値 $\mu\text{Sv/h}$	高度 1mでの平均 $\mu\text{Sv/h}$
大阪市 (74 地点)	0.098	0.045	0.072 ± 0.0127
福島市 (42 地点)	3.13	0.72	1.798 ± 0.5180

福島市のデータは福島市のホームページからグラウンドと公園の値を抽出

◎高度による放射線強度変化

大地からは放射線が放射されている。そのため地表面に測定器を置いたときとその1 m上での測定値は、表1にあるように約15%値が低くなる。これは大地から放射される放射線が大気により減衰するため高度が高くなるほど値が低くなる（湊、1990）。大阪市の場合は具体的に高度が高くなると、どれくらい低くなるかを大阪市にある2つの観覧車に乗って測定した。1つはHEP FIVE（北区）の観覧車で高度30mのところであり、直径が75mである。もう1つは天保山（港区）の観覧車で高度12.5mにあり、直径は100mである。いずれも1回転するのに15分かかる。最初に乗り込んで次第に高度が高くなるにつれて放射線強度は値が低くなり、最高地点で最も低く、下り始めるとまた次第に値が高くなり乗り込んだ高度に戻ると元の値になる。1周の時間の真ん中が最高地点でHEP FIVEのものは高度105m、天保山のものは112.5mになる。そのためおよそ高度100mまでの放射線の強度変化がわかる。図3グラフより105mで0.015 $\mu\text{Sv/h}$ 、112.5mで0.012 $\mu\text{Sv/h}$ であるため、約100mで0.02 $\mu\text{Sv/h}$ （約40%）減衰することがわかる。

同様な測定が福島原子力発電所の事故後、福島県郡山市の観覧車において行われている（湊など、2011）。それと比較したものが図3である。郡山市の観覧車での測定値は γ 線の強度となっているが、測定は本研究と同じ γ 線測定器で測定されているため比較対象となりうると判断した。郡山市の測定は事故後3ヶ月の2011年6月に測定されたものである。地表付近の強度は大阪市のグラウンドの平均値と比べると約15倍の値である。また、大阪市の観覧車のグラフと郡山市の観覧車のグラフを比較すると、地表に人工の放射性物質が広く降ると放射線量はこのような地表付近が極端に高くなり、高度が増すにつれて急激に減少するような高度分布を示すことがわかる。もし人工の放射性物質が降下すると、大阪のグラフも地表付近のグラフの変化は

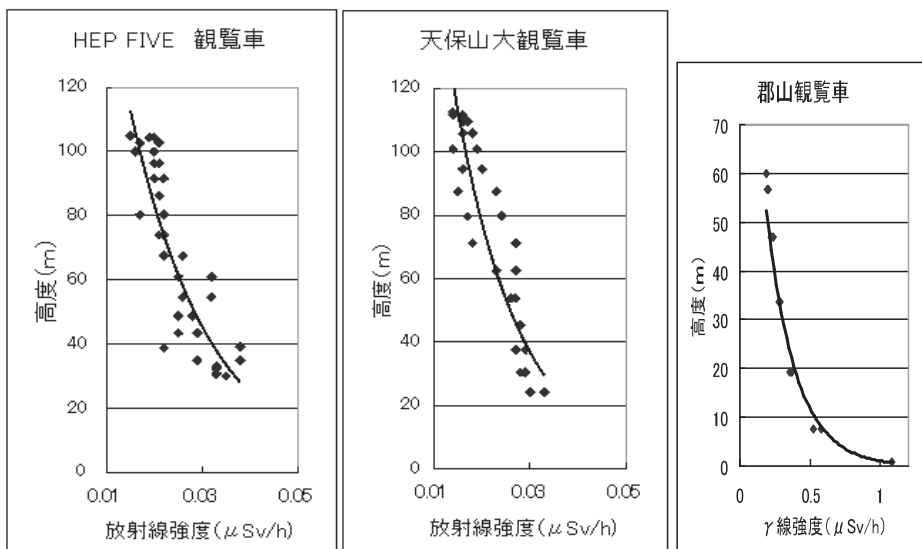


図3 大阪市と福島県郡山市の観覧車を利用した高度と放射線強度の変化

郡山市のグラフは「湊など（2011）」によるため放射線ではなく γ 線と記載

同じようになることが予想される。

そして、高度による放射線強度変化の調査では、地表から2 mまでを10cmずつ測定することを行った。測定場所は長池運動場（東住吉区）と平野白鷺運動場（平野区）の二地点である。表5より、長池運動場では地表が $0.064 \mu\text{Sv/h}$ 、1 mが $0.054 \mu\text{Sv/h}$ 、2 mが $0.050 \mu\text{Sv/h}$ だった。平野白鷺運動場では地表が $0.105 \mu\text{Sv/h}$ 、1 mが $0.088 \mu\text{Sv/h}$ 、2 mが $0.082 \mu\text{Sv/h}$ だった。10cmごとの放射線強度では上がったり下がったりしているが、これは周辺空間中に散乱している放射線から生じる計数変化の影響と考えられる。地表と2 mを比較すると両地点とも約22%減衰することが分かる。

また、日本人の平均身長とここでの値を比較してみると、表6より、小学1年生にあたる7

表 5

	長池運動場	平野白鷺運動場
地表	$0.064 \mu\text{Sv/h}$ (57.0 n Gy/h)	$0.105 \mu\text{Sv/h}$ (93.5 n Gy/h)
1m	$0.054 \mu\text{Sv/h}$ (48.1 n Gy/h)	$0.088 \mu\text{Sv/h}$ (78.3 n Gy/h)
2m	$0.050 \mu\text{Sv/h}$ (44.5 n Gy/h)	$0.082 \mu\text{Sv/h}$ (73.0 n Gy/h)

表 6 日本人の年齢別平均身長と長池、平野白鷺運動場の放射線強度との対応

年齢 (歳)	男子			女子		
	平均 (cm)	長池運動場での放射線強度 ($\mu\text{Sv/h}$)	平野白鷺運動場での放射線強度 ($\mu\text{Sv/h}$)	平均 (cm)	長池運動場での放射線強度 ($\mu\text{Sv/h}$)	平野白鷺運動場での放射線強度 ($\mu\text{Sv/h}$)
6	116.82	0.057	0.090	116.11	0.057	0.090
7	122.44	0.057	0.090	121.73	0.057	0.090
8	128.42	0.058	0.086	127.61	0.058	0.086
9	133.67	0.058	0.086	133.75	0.058	0.086
10	138.79	0.054	0.090	140.26	0.054	0.090
11	144.90	0.054	0.090	146.97	0.060	0.090
12	152.90	0.060	0.091	152.10	0.060	0.091
13	159.95	0.046	0.084	155.05	0.046	0.084
14	165.58	0.050	0.088	156.78	0.046	0.084
15	168.34	0.050	0.088	157.03	0.046	0.084
16	170.09	0.050	0.088	157.77	0.046	0.084
17	170.35	0.050	0.088	158.07	0.046	0.084
18	171.43	0.050	0.088	157.76	0.046	0.084
19	171.71	0.050	0.088	158.63	0.046	0.084
20-24	171.62	0.050	0.088	158.58	0.046	0.084
25-29	171.95	0.050	0.088	159.06	0.046	0.084
30-34	171.73	0.050	0.088	158.92	0.046	0.084
35-39	171.75	0.050	0.088	158.78	0.046	0.084
40-44	171.56	0.050	0.088	158.56	0.046	0.084
45-49	171.10	0.050	0.088	157.80	0.046	0.084
50-54	170.05	0.050	0.088	157.18	0.046	0.084
55-59	168.63	0.050	0.088	156.01	0.046	0.084
60-64	167.10	0.050	0.088	154.43	0.060	0.091
65-69	164.61	0.046	0.084	152.51	0.060	0.091
70-74	164.06	0.046	0.084	151.69	0.060	0.091
75-79	162.60	0.046	0.084	150.32	0.060	0.091

日本人の年齢別平均身長は文部科学省 2012 年度体力・運動能力調査より抜粋

歳の平均身長とそれに対応する放射線強度は、男女とも長池運動場では $0.057 \mu\text{Sv/h}$ 、平野白鷺運動場で $0.090 \mu\text{Sv/h}$ である。これが20歳になると男子が長池運動場では $0.050 \mu\text{Sv/h}$ 、平野白鷺運動場で $0.088 \mu\text{Sv/h}$ 、女子が長池運動場では $0.046 \mu\text{Sv/h}$ 、平野白鷺運動場で $0.084 \mu\text{Sv/h}$ である。このことから、小学1年生は20歳の成人より約10%浴びる放射線量が増加することが分かる。元来、人体の放射線感受性は胎児が最も高く、その次に幼児、成人という順に感受性が低くなる（赤羽、1999）ことから、ここで見られる数値以上に被曝量の差が生まれることがうかがえる。

7 まとめ

本研究では、現在の大阪市内にあるグラウンドの放射線量を把握し、そこでスポーツを行う人はどのような放射線環境にあるかを把握することを目的とした。その結果、以下についての知見を得た。

まず、グラウンドでの放射線量は大阪府の平均値の2倍に近い値であったことから、グラウンドでスポーツをするということは、大阪府のこれ以外の場所で生活するより約2倍の放射線を浴びていることになる。これは、関西の市民グラウンドや学校のグラウンドでは花こう岩の風化土壌であるマサ土が使用されている場合が多く（高橋、1999）、岩石の中で自然放射線（ γ 線）を最も多く放射しているのが花こう岩である（松田ほか、1999）。そのため市民グラウンドでの放射線量は他の場所に比べて値が高くなると考えられる。

福島県福島市との比較では、そこでの市民グラウンドや公園の1mの高さの放射線量は、大阪市の市民グラウンドの平均値の約25倍近い値である。このことから、東京電力福島第一原発の事故現場に近い福島市では、大阪市の約25倍の放射線を浴びていることになる。

次に高度による放射線強度の変化について、高度が高くなるとどれくらい放射線強度が低くなるかを、大阪市にある2つの観覧車に乗って測定した。その結果、約100mで約40%減衰することがわかった。そして、これを人間の身長と関連付けて考察するために、地表から2mまでの放射線測定を10cmずつ行なった。その結果、調査場所である長池運動場と平野白鷺運動場では、地表から2mでの測定値が約22%減衰することが判明した。そして、ここでの測定値と日本人の平均身長を比較してみると、小学1年生は20歳の成人より約10%、浴びている放射線量が増加することが分かる。人体の放射線感受性は胎児が最も高く、その次に幼児、成人という順になっている（赤羽、1999）ことから、ここで見られる数値以上に、年齢での被曝量の差が生まれることがうかがえた。

最後に本研究では、大阪市内のグラウンドでの放射線量を測定するにあたり、オーパスシステムに登録されている野球場、運動場をその対象とした。しかしながら、大阪市内には、これ以外にも市が設置し公園管理事務所や地域の自治会組織などが利用登録を受け付けているグラウンドも存在する。長居公園、鶴見緑地公園、大阪城公園など大規模な公園には、誰もが利用できるグラウンドが必ず設置されている。また、小学校、中学校、高等学校でも、学校施設開放事業として、子どもだけでなく地域のスポーツ団体へグラウンドの貸し出しを行っている。このことから、測定の対象となるグラウンドは、今回の研究以上に数多く存在し、そこでス

スポーツ活動している人たちも数多く存在する。そのため、大阪市内におけるグラウンドの自然放射線量の測定は、その対象を広げていくことが今後の課題として残った。

8 謝辞

本研究を進めるにあたり、資料や測定器具の提供、研究方法の助言などをいただいた自然環境オフィス所長の柴山元彦博士、測定の際にご協力いただいた南海ビルサービス（株）の松田一平係員と吹田市民病院の岸千紘看護師には厚く感謝申し上げます。

引用・参考文献

- Minato, S・Kawano, M. (1970): Vertical Distribution of the Intensity of Ionization due to Terrestrial Gamma-radiation, *Journal of Radiation Research*, Vol.11, 138-144
- 藤高和信 (1986): 大地の放射線の背景 保健物理, 21, 295-308
- 湊 進・松田秀晴・吉岡勝広 (1989): 北米大陸横断鉄道を利用して測定した地表 γ 線及び宇宙線線量率のデータ 名古屋工業技術試験所報告別刷 第38巻, 第4・5号, 141-157
- 松田秀晴・深谷光春・湊 進 (1990): モデルハウスの屋内・外自然空間放射線線量率の測定 保健物理, 25, 385-390
- 湊 進 (1990): 自然環境放射線場の基礎知識 名古屋工業技術試験所 NERL-1 1-21
- 市川龍資 (1992): 紫式部は放射能を食べたか 電力新報社
- 落合敏郎 (1996): 地下水・温泉の放射能探査法 リーベル出版
- 落合敏郎 (1997): 活断層のガンマ線探査 リーベル出版
- 飯田孝夫・阿部貴宏・藤高和信・野口邦和・湊 進・古川雅英・岡野眞治 (1998): 海底から雨中までの放射線環境 RADIOISOTOPES, 47, 493-509
- 湊 進 (1998): 地表面における自然 γ 線強度の分布, *Radioisotopes*, 47, 97-98
- 赤羽利昭 (1999): 見て学ぶ放射線 通商産業研究社 84-110, 114-134
- 高橋正樹 (1999): 花崗岩が語る地球の進化 岩波書店 1-147
- 松田秀晴・湊進 (1999): 日本における主な岩石中の放射能, *Radioisotopes*, 48, 760-769
- 湊 進 (1999): サーベイメーターを携帯して記録した1時間ごとに自然放射線線量率
- 湊 進・種村誠太 (2000): 名古屋市における地表 γ 線線量率分布 RADIOISOTOPES, 49, 217-222
- 柴山元彦・平岡由次・湊進 (2004): 大阪府における地表 γ 線量率と地質との関連について (大阪教育大学紀要, III 52, 2, 215 ~ 223)
- 湊 進 (2006): 日本における地表 γ 線の線量分布 地学雑誌 Vol.115, No.1, 88-95
- 大阪市資産流動化プロジェクト施設チーム (2010): 市民利用施設の利用状況 大阪市ホームページ <http://www.city.osaka.lg.jp/hodoshiryo/seisakukikakushitsu/0000102677.html>
- (財)放射線計測協会 (2010): 「はかるくん」付属資料「はかるくん」による測定値の都道府県別平成2年～10年の平均値
- 日本原子力開発機構 (2011): 学校等の校庭・園庭の空間線量低減のための当面の対策に対する検討
- 湊 進・柴山元彦 (2011): 新幹線と観覧車による放射線の測定—福島第一原発事故による環境汚染の調査—*Isotope News* 2011年12月号 No.692 日本アイソトープ協会RADIOISOTOPES, 48, 327-333
- 文部科学省通知 (2011): 福島県内の学校の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方について (通知) (平成23年4月19日、(23文科ス第134号))

大阪市内におけるスポーツグラウンドの自然放射線量の測定について

文部科学省スポーツ・青少年局スポーツ振興課（2012）：体力・運動能力調査 文部科学省ホームページ
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/1261241.html

文部科学省（2012）：文部科学白書 第1部 東日本大震災からの復旧・復興～人づくりから始まる創造的復興～

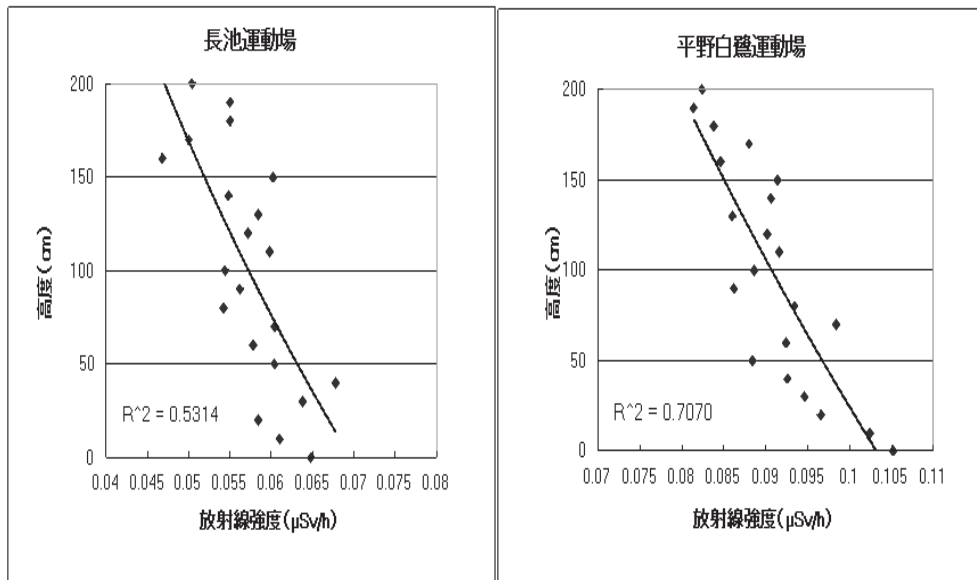
福島市環境課（2013）：全市一斉放射線量測定結果について 福島市ホームページ
<http://www.city.fukushima.fukushima.jp/soshiki/29/5250.html>

資料 1

大阪市内におけるグラウンドの測定結果

No.	地点名	測定日時	地点	住所	経度135° E	緯度34° N	地表 μ Sv/h	地上1m μ Sv/h
1	長居運動場	2013.5.3.am10:10	東	東住吉区長居公園1-1 長居公園内	31.174	36.466	0.082	0.065
2	長居運動場	2013.5.3.am10:15	西	東住吉区長居公園1-1 長居公園内	31.121	36.475	0.085	0.078
3	平野白鷺運動場	2013.5.3.am11:00	東	東住吉区今川6-8 平野白鷺公園内	32.688	37.399	0.096	0.080
4	平野白鷺運動場	2013.5.3.am11:05	西	東住吉区今川6-8 平野白鷺公園内	32.62	37.418	0.097	0.092
5	長池運動場	2013.7.21.am05:00	東	阿倍野区長池町19 長池公園内	31.287	37.174	0.071	0.060
6	長池運動場	2013.7.21.am05:05	西	阿倍野区長池町19 長池公園内	31.274	37.16	0.070	0.063
7	浅香中央運動場	2013.5.28.pm15:00	東	住吉区浅香1-6 浅香中央公園内	30.656	35.297	0.082	0.070
8	浅香中央運動場	2013.5.28.pm15:05	西	住吉区浅香1-6 浅香中央公園内	30.688	35.292	0.086	0.076
9	沢之町運動場	2013.5.28.pm15:30	東	住吉区南住吉3-15 沢之町公園内	30.29	36.089	0.080	0.070
10	沢之町運動場	2013.5.28.pm15:35	西	住吉区南住吉3-15 沢之町公園内	30.287	36.062	0.082	0.065
11	大阪城野球場	2013.8.13.am07:00	東	中央区大阪城3 大阪城公園内	32.086	41.092	0.075	0.065
12	大阪城野球場	2013.8.13.am07:05	西	中央区大阪城3 大阪城公園内	32.06	41.052	0.081	0.066
13	蒲生野球場	2013.8.18.am20:30	東	城東区中央3-8 蒲生公園内	33.122	42.898	0.075	0.066
14	蒲生野球場	2013.8.18.am20:35	西	城東区中央3-8 蒲生公園内	33.839	42.049	0.077	0.063
15	松島野球場	2013.9.6.pm20:30	東	西区千代崎1-3 松島公園内	29.003	40.334	0.086	0.075
16	松島野球場	2013.9.6.pm20:35	西	西区千代崎1-3 松島公園内	28.958	40.38	0.083	0.072
17	桜之宮野球場	2013.8.29.am07:00	東	都島区中野町1-10 桜之宮公園内	31.517	41.887	0.080	0.069
18	桜之宮野球場	2013.8.29.am07:05	西	都島区中野町1-10 桜之宮公園内	31.498	41.874	0.087	0.070
19	真田山野球場	2013.7.21.am07:30	東	天王寺区真田山町5 真田山公園内	31.874	39.981	0.070	0.053
20	真田山野球場	2013.7.21.am07:35	西	天王寺区真田山町5 真田山公園内	31.826	39.984	0.080	0.063
21	桃谷野球場	2013.7.21.am07:00	東	生野区桃谷1-2 桃谷公園内	31.972	39.442	0.115	0.090
22	桃谷野球場	2013.7.21.am07:05	西	生野区桃谷1-2 桃谷公園内	31.952	39.42	0.107	0.095
23	寺田町野球場	2013.07.21.am06:30	東	天王寺区寺田町1-5 寺田町公園内	31.442	38.974	0.065	0.055
24	寺田町野球場	2013.07.21.am06:35	西	天王寺区寺田町1-5 寺田町公園内	31.404	38.977	0.063	0.045
25	小林野球場	2013.8.15.pm20:00	東	大正区小林東2-6 小林公園内	47.507	64.403	0.110	0.095
26	小林野球場	2013.8.15.pm20:05	西	大正区小林東2-6 小林公園内	47.482	64.391	0.090	0.082
27	十三野球場	2013.9.9.pm15:00	東	淀川区十三元寺里1-1 十三公園内	28.769	42.824	0.090	0.070
28	十三野球場	2013.9.9.pm15:05	西	淀川区十三元寺里1-1 十三公園内	28.735	42.824	0.085	0.075
29	中島野球場	2013.9.9.pm14:30	東	西淀川区中島1-22 中島公園内	25.76	41.732	0.072	0.063
30	中島野球場	2013.9.9.pm14:35	西	西淀川区中島1-22 中島公園内	25.771	41.753	0.075	0.065
31	北加賀屋野球場	2013.8.18.pm19:00	東	住之江区北加賀屋5-3北加賀屋公園内	28.717	37.35	0.091	0.082
32	北加賀屋野球場	2013.8.18.pm19:35	西	住之江区北加賀屋5-3北加賀屋公園内	28.688	37.35	0.090	0.069
33	鯉江運動場	2013.8.18.pm20:00	東	城東区今福西6-5 鯉江公園内	33.287	42.046	0.106	0.087
34	鯉江運動場	2013.8.18.pm20:05	西	城東区今福西6-5 鯉江公園内	33.249	42.051	0.104	0.087
35	東中浜運動場	2013.8.18.pm21:00	東	城東区東中浜5-3 東中浜公園内	32.918	40.373	0.073	0.065
36	東中浜運動場	2013.8.18.pm21:05	西	城東区東中浜5-3 東中浜公園内	32.882	40.369	0.069	0.058
37	左専運動場	2013.8.13.pm20:30	東	城東区永田2-12 左専公園内	33.625	41.001	0.069	0.065
38	左専運動場	2013.8.13.pm20:35	西	城東区永田2-12 左専公園内	33.59	41	0.070	0.057
39	今津運動場	2013.8.13.pm21:00	東	鶴見区今津中2-3 今津公園内	34.374	41.264	0.077	0.065
40	今津運動場	2013.8.13.pm21:05	西	鶴見区今津中2-3 今津公園内	34.423	41.265	0.080	0.065
41	春日出運動場	2013.9.10.am11:30	東	此花区春日出南1-2 春日出公園内	27.684	40.582	0.097	0.085
42	春日出運動場	2013.9.10.am11:35	西	此花区春日出南1-2 春日出公園内	27.667	40.565	0.090	0.081
43	下福島運動場	2013.9.1.am05:30	東	福島区福島4-1 下福島公園内	29.124	41.26	0.067	0.082
44	下福島運動場	2013.9.1.am05:35	西	福島区福島4-1 下福島公園内	29.1321	41.209	0.076	0.060
45	吉野町運動場	2013.9.6.am06:00	東	福島区吉野4-12 吉野町公園内	28.429	41.19	0.110	0.086
46	吉野町運動場	2013.9.6.am06:05	西	福島区吉野4-12 吉野町公園内	28.409	41.137	0.113	0.090
47	与力町運動場	2013.8.29.am06:00	東	北区与力町5 与力町公園内	31.05	41.821	0.088	0.068
48	与力町運動場	2013.8.29.am06:05	西	北区与力町5 与力町公園内	31.01	41.874	0.075	0.069
49	浦江運動場	2013.8.29.am06:30	東	北区大淀南3-3 浦江公園内	29.217	41.912	0.103	0.086
50	浦江運動場	2013.8.29.am06:35	西	北区大淀南3-3 浦江公園内	29.192	41.897	0.101	0.093
51	神路運動場	2013.8.7.pm20:30	東	東成区東中本2-12 神路公園内	33.091	40.467	0.115	0.098
52	神路運動場	2013.8.7.pm20:35	西	東成区東中本2-12 神路公園内	33.058	40.483	0.086	0.073
53	五条運動場	2013.8.7.pm20:00	東	天王寺区烏ヶ辻2-5 五条公園内	31.603	39.263	0.087	0.068
54	五条運動場	2013.8.7.pm20:05	西	天王寺区烏ヶ辻2-5 五条公園内	31.562	39.264	0.079	0.069
55	東中本運動場	2013.8.7.pm21:00	東	東成区東中本3-15 東中本公園内	33.161	40.912	0.055	0.047
56	東中本運動場	2013.8.7.pm21:05	西	東成区東中本3-15 東中本公園内	33.123	40.898	0.062	0.053
57	鶴町南運動場	2013.8.17.pm20:00	東	大正区鶴町1-19 鶴町南公園内	27.504	38.43	0.100	0.085
58	鶴町南運動場	2013.8.17.pm20:05	西	大正区鶴町1-19 鶴町南公園内	27.494	38.43	0.110	0.090
59	波除運動場	2013.9.10.am11:00	東	港区波除5-5 波除公園内	27.842	40.246	0.087	0.078
60	波除運動場	2013.9.10.am11:05	西	港区波除5-5 波除公園内	27.822	40.227	0.084	0.079
61	磯路中央運動場	2013.9.10.am10:30	東	港区磯路2-17 磯路中央公園内	27.722	39.78	0.082	0.071
62	磯路中央運動場	2013.9.10.am10:35	西	港区磯路2-17 磯路中央公園内	27.702	39.775	0.095	0.079
63	歌島運動場	2013.9.9.pm14:00	東	西淀川区御幣島5-7 歌島公園内	27.657	42.988	0.103	0.091
64	歌島運動場	2013.9.9.pm14:05	西	西淀川区御幣島5-7 歌島公園内	27.614	42.984	0.109	0.090
65	旭運動場	2013.8.29.am05:30	東	旭区高殿5-7 旭公園内	32.64	42.877	0.085	0.073
66	旭運動場	2013.8.29.am05:35	西	旭区高殿5-7 旭公園内	32.598	42.893	0.079	0.063
67	鶴見緑地運動場	2013.8.25.am06:00	東	鶴見区浜1-1-37 鶴見緑地公園内	35.064	42.23	0.075	0.062
68	鶴見緑地運動場	2013.8.25.am06:05	西	鶴見区浜1-1-37 鶴見緑地公園内	34.998	42.227	0.104	0.095
69	鶴見緑地第2運動場	2013.8.25.am06:30	東	鶴見区緑3-16 鶴見緑地公園内	34.191	42.57	0.065	0.057
70	鶴見緑地第2運動場	2013.8.25.am06:35	西	鶴見区緑3-16 鶴見緑地公園内	34.162	42.51	0.075	0.062
71	舞洲運動広場運動場	2013.9.9.pm13:00	東	此花区北港緑地1-2-96	24.127	39.667	0.085	0.072
72	舞洲運動広場運動場	2013.9.9.pm13:05	西	此花区北港緑地1-2-96	24.258	39.707	0.082	0.069
73	鶴浜緑地運動場	2013.8.17.pm21:00	東	大正区鶴町3丁目	28.263	38.084	0.062	0.052
74	鶴浜緑地運動場	2013.8.17.pm21:05	西	大正区鶴町3丁目	28.234	38.09	0.065	0.050

資料 2



地表から 2m までの 10cm ごとの放射線強度変化

Measurements of the natural radiation of public sports grounds in Osaka City

Kei SHIBAYAMA

The purpose of this study is to measure the radiation dosage of the ground of Osaka-city and the radiation environment of a person playing sports there.

The measurements were taken at the surface of the ground and at points in 1m increments. Measurements were also taken on a Ferris wheel to know the relation of altitude and radiation dosage. Measurements were made using NaI scintillation surveymeters (HORIBA product, PA1000type Radi, 1"×1").

As a result, the natural intensity of radioactivity could be checked and the conclusions are as follows; 1) the ground radiation level is approximately 2 times higher than the value at other places of Osaka City. Therefore, a person who plays sports on this ground gets twice as much radiation as a person who lives in other places. 2) Due to this higher radiation dose, a first grader of 122.4cm in height grows approximately 10% less than a 20-year-old adult of 171.6cm in height.