

2. 測定データの整理及び解析

2.1 目的

環境における放射線のバックグラウンドレベル及び変動を把握する。

2.2 整理及び解析対象データ

解析対象の測定データは、以下のとおりである。

- ① 対象測定所 竜飛岬、隱岐、辺戸岬
- ② 対象期間 平成13年4月1日～12月31日
- ③ 対象データ 空間 γ 線線量率
大気浮遊じんの全 α 及び全 β 放射能濃度
気象データ（降水量）

解析対象とする測定データ数を、対象外とした測定データとともに表4～表6に示す。

対象外とした測定データは、放射線測定装置の点検期間のもの及び異常を表す属性値(Status)が付加されたものである。

表7に点検の実施期間を示す。

2.3 測定データの整理

2.3.1 整理方法

整理・対象の測定データは、測定所ごとの空間 γ 線線量率、ダストモニタの全 α 及び全 β 放射能濃度、気象データである。

空間 γ 線線量率の測定データの例を図8に、気象データの例を図9に示す。

1ヶ月分に区分されたテキスト形式のファイルを変換し、Microsoft Excel のシート上で集計処理等を行えるようにし、これを用いてデータの整理・解析を行った。

2.3.2 整理結果

(1) 空間 γ 線線量率

空間 γ 線線量率のファイルには、空間 γ 線線量率の他、日時、データの異常を表す属性値が収録されている。これらの属性値が付加されたデータについては、データ整理・解析の対象から除外した。

なお、属性値の種別を表8に、除外したデータ数を表4に示す。

(2) 大気浮遊じんの全 α 及び全 β 放射能濃度

大気浮遊じんの全 α 及び全 β 放射能濃度のファイルには、集塵中測定と2ステップ後測定のそれぞれについて、放射能濃度の他、日付、積算流量、データの異常を表す属性値が収録されている。ここでは、集塵中測定における集塵期間（6時間）の最後のデータ（ろ紙がステップ送りされる直前のデータ）及びこれに対応する2ステップ後測定における最後のデータを解析対象とした。属性値が付加されたデータについては、データ整理・解析の対象から除外した。属性値の種別を表9に、除外したデータ数を表5に示す。

(3) 気象データ

気象データのファイルには、日時、降水量、風向、風速及びこれらのデータの異常を表す属性値が収録されている。これらの属性値が付加されたデータ並びに風向及び風速については、データ整理・解析の対象から除外した。属性値の種別を表10に、除外したデータ数を表6に示す。

2.4 測定データの解析

2.4.1 解析方法

空間 γ 線線量率及び大気浮遊じんの全 α 及び全 β 放射能濃度について、最大値、最小値、平均値、標準偏差を算出した。また、全 α に対する全 β 放射能濃度の比（以下「 β/α 放射能濃度比」という）を算出した。

2.4.2 データの変動要因

(1) 空間 γ 線線量率

空間 γ 線線量率を連続的に測定する上で、表11に示すような変動が起きると言われている。

(2) β/α 放射能濃度比

大気中のラドン(^{222}Rn)、トロン(^{220}Rn)及びこれらから崩壊生成する α 線放出核種(^{218}Po)、 β 線放出核種(^{214}Pb , ^{214}Bi)はいずれも半減期が短い。また、親核種である(^{222}Rn)、トロン(^{220}Rn)は希ガスであることから、エアロゾル状の娘核種は大部分が大気中で生成する。よって、大気浮遊じん中の β/α 放射能濃度比はほぼ一定になると推定される⁵⁾。

ただし、吸引開始直後の娘核種の収集とろ紙上での物理学的減衰が平衡に達するまでの期間、並びに、親核種であるラドン、トロン濃度が急激に変化した場合や、降雨などにより大気中の娘核種が一時的に取り除かれた場合などは、 β/α 放射能濃度比は一定値から大きく変化する場合がある。

2.4.3 解析結果と考察

竜飛岬、隠岐、辺戸岬の各測定所で得られた測定データについての解析結果を示す。

(1) 空間 γ 線線量率と降雨との関係

竜飛岬、隠岐及び辺戸岬測定所における平成13年4月から12月の空間 γ 線線量率連続測定結果（最大値、最小値、平均値及び標準偏差）を表12に示す。併せて、文部科学省が平成12年度に実施した環境放射能水準調査結果を示す。各測定所の空間 γ 線線量率平均値は既に報告されている日本の空間 γ 線線量率⁶⁾の範囲（21～77 nGy/h）内であった。日本における空間 γ 線線量率は一般的に西が高く東が低い傾向を示す⁷⁾。竜飛岬、隠岐測定所を比較すると同様な傾向が見られる。

また、各測定所における空間 γ 線線量率と降雨の関係をそれぞれ図10、図11、図12に示す。全ての測定所において、降雨時には空間 γ 線線量率が上昇していることが確認できる。これは、従来から説明⁸⁻¹²⁾されているように、大気中に存在する短半減期

のラドン娘核種が降雨により地表に降下した結果、地表近くでは大地からの γ 線にラドン娘核種の γ 線が加わるため、空間 γ 線線量率が上昇したと考えられる。また降雪時にも降雨と同様に空間 γ 線線量率が上昇することがよく知られている⁸⁾。このように、降雨・降雪時には空間 γ 線線量率が上昇するため、空間 γ 線線量率の上昇が降雨・降雪によるものか、もしくはそれ以外の原因が存在するのか判断するために気象データの活用は重要である。

ただし、平成13年11月から12月における竜飛岬測定所については、降水の観測を伴わない空間 γ 線線量率の上昇が比較的多く見られた。測定所周辺の詳細な気象データ等を入手できなかつたため、原因の解明には至らなかつたが要因の一つとして、降水として検出できない0.5mm以下の降雨または降雪が考えられる。

なお、隠岐測定所（図11）で平成13年10月22日から25日にかけて行なわれたアロカ社による点検後、空間 γ 線線量率の平均値が点検前後で約6nGy/h上昇した。これは点検時に検出器のゲイン調整を行なつた結果と考えられる。竜飛岬、辺戸岬測定所の測定結果では同様の事例は見られなかつた。

(2) 全 α 及び全 β 放射能濃度の変動

竜飛岬、隠岐及び辺戸岬測定所における平成13年4月から12月の大気浮遊じん中の全 α 放射能濃度、全 β 放射能濃度、 β/α 放射能濃度比の集計値（最大値、最小値、平均値及び標準偏差）を表13に示す。また各測定所における連続測定結果を図13～16（竜飛岬測定所）、図19～22（隠岐測定所）、図25～28（辺戸岬測定所）に示した。

竜飛岬、隠岐及び辺戸岬測定所における全 α 放射能濃度及び全 β 放射能濃度の集塵中測定結果は、最大で2桁の変動が見られた。大気中に存在する放射能はその大部分がラドン及びその短半減期の娘核種と考えられる^{13, 14)}。また、大気中のラドン及びその娘核種濃度は気象条件により最大で200倍（0.2～20Bq/m³）程度変動する¹⁵⁾。よって、集塵中測定による大気浮遊じん中の全 α 放射能濃度及び全 β 放射能濃度がこの程度変動することは十分考えられる。しかしながら、集塵中測定による放射能濃度の平均値は、全 α 放射能濃度が0.27、0.35、 0.16×10^{-6} Bq/cm³、全 β 放射能濃度は0.41、0.49、 0.22×10^{-6} Bq/cm³であり、ほぼ同様の値を示した。

図13、15、19、21、25、27から、全 α 放射能濃度、全 β 放射能濃度の双方とも冬から春にかけて高く、夏に低くなる傾向が見られる。大気中のラドン及びラドン娘核種濃度に、同様な季節変化が見られることは既に報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾。この季節変化の原因として、地表近くでの大気の状態と気団の移動のそれぞれの季節変化が考えられている¹⁶⁾。

また2ステップ後測定においては、集塵中測定結果と比較して全 α 放射能濃度、全 β 放射能濃度の双方とも低い結果が得られた。これはろ紙に捕集されたラドン娘核種が減衰したためである。

(3) β/α 放射能濃度比の変動

竜飛岬、隠岐及び辺戸岬測定所における大気浮遊じんの β/α 放射能濃度比をそれぞれ

図17～18、図23～24、図29～30に示した。

集塵中測定データの β/α 放射能濃度比の平均値は、竜飛岬が1.7、隱岐が1.4、辺戸岬が1.4であり、ほぼ同様の値を示した。しかしながら、2ステップ後測定データにおいては、 β/α 放射能濃度比が変動した。これはラドン娘核種が減衰したため、測定データの統計的変動が大きくなつたためと考えられる。

なお、竜飛岬測定所の5月から7月にかけて、 β/α 放射能濃度比が比較的高い値を示した。この原因については不明であるが、この期間の測定データには測定装置異常を示す属性値が付加されたものが比較的多かつたため、測定装置に何らかのトラブルがあつたことが考えられる。

(4) 今後の課題

- ① 空間 γ 線線量率の上昇が降雨(0.5mm/h未満の微雨も含む)・降雪等の気象的要因によるものかを判断するために、感雨データや降雪データ等、気象データを充実する必要がある。また、通過率の変動から空間 γ 線の実効エネルギーの変化を知ることができるために、空間 γ 線線量率の上昇原因の予測のために監視を続ける必要がある。
- ② β/α 放射能濃度比は必ずしも一般的に定着した解析手法ではないため、濃度比が通常でない値を示した場合、それが測定装置のトラブルによるものなのか、別の要因によるものなのかを判断するためには、さらなるデータの蓄積が必要である。
また、気象データの充実を図るために、気圧計や感雨計の設置の検討を行う。
- ③ 測定データの変動の要因を詳細に調査するためには、データをさらに長期間(5～10年)蓄積し、分析する必要がある。
- ④ 測定データをとりまとめる場合は、測定装置の点検やトラブル等に起因するデータ変動、欠測、異常についての情報もあわせて整理しておくことが必要である。また、測定装置の特性(特に温度特性)を定性的・定量的に把握し、整理しておくことが必要である。
- ⑤ 測定データの最大値については、その原因を明らかにする必要がある。
- ⑥ 測定データを公開する場合は、データ変動の要因を適切に説明する必要がある。

表4 空間 γ 線線量率のデータ数

データの区分	竜飛岬	隱岐	辺戸岬
全データ数	6,600	6,600	6,600
除外したデータ数	621	352	798
対象データ数	5,979	6,248	5,802

表5 大気浮遊じんの全 α 及び全 β 放射能濃度のデータ数

測定所	竜飛岬		隱岐		辺戸岬	
測定区分 データの区分	集塵中	2ステップ後	集塵中	2ステップ後	同時	2ステップ後
全データ数	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
除外したデータ数	204	399	214	167	215	218
対象データ数	896	701	886	933	885	882

表6 気象のデータ数

データの区分	竜飛岬	隱岐	辺戸岬
全データ数	6,600	6,600	6,600
除外したデータ数	121	417	35
対象データ数	6,479	6,183	6,565

表7 各測定所における放射線測定装置の点検実施期間

測定所	点検実施期間
竜飛岬	平成13年11月12日～平成13年11月15日
隱岐	平成13年10月23日～平成13年10月25日
辺戸岬	平成13年8月28日～平成13年8月30日

200104.dat - エクセル

ファイル(E) 編集(E) 検索(S) ヘルプ(H)

1時間値(確定前) データ

20010401 - 20010430

321(隠岐測定所),日付,γ線線量率($\mu\text{Gy}/\text{h}$),Status,γ線計数率(/s),Status

```
'321',2001/04/01 1:00,4.243e+01,,1.683e+02,
'321',2001/04/01 2:00,4.224e+01,,1.685e+02,
'321',2001/04/01 3:00,4.225e+01,,1.685e+02,
'321',2001/04/01 4:00,4.235e+01,,1.690e+02,
'321',2001/04/01 5:00,4.245e+01,,1.695e+02,
'321',2001/04/01 6:00,4.259e+01,,1.691e+02,
'321',2001/04/01 7:00,4.238e+01,,1.689e+02,
'321',2001/04/01 8:00,4.252e+01,,1.689e+02,
'321',2001/04/01 9:00,4.231e+01,,1.688e+02,
'321',2001/04/01 10:00,4.224e+01,,1.691e+02,
'321',2001/04/01 11:00,4.260e+01,,1.699e+02,
'321',2001/04/01 12:00,4.248e+01,,1.686e+02,
'321',2001/04/01 13:00,4.214e+01,,1.688e+02,
'321',2001/04/01 14:00,4.221e+01,,1.692e+02,
'321',2001/04/01 15:00,4.245e+01,,1.695e+02,
'321',2001/04/01 16:00,4.231e+01,,1.686e+02,
'321',2001/04/01 17:00,4.227e+01,,1.681e+02,
'321',2001/04/01 18:00,4.225e+01,,1.677e+02,
'321',2001/04/01 19:00,4.204e+01,,1.669e+02,
'321',2001/04/01 20:00,4.189e+01,,1.676e+02,
'321',2001/04/01 21:00,4.217e+01,,1.678e+02,
'321',2001/04/01 22:00,4.207e+01,,1.682e+02,
'321',2001/04/01 23:00,4.201e+01,,1.674e+02,
'321',2001/04/01 24:00,4.218e+01,,1.673e+02,
'321',2001/04/02 1:00,4.219e+01,,1.678e+02,
'321',2001/04/02 2:00,4.217e+01,,1.678e+02,
```

図8 空間γ線線量率の測定データ例
(隠岐測定所、平成13年4月)

200104.dat - エクセル

ファイル(E) 編集(E) 検索(S) ヘルプ(H)

Fixed data

20010401 - 20010430

321(OKI),Date,WD(16Dir.),Status,WS(m/s),Status,RAIN(mm),Status

```
'321',2001/04/01 1:00,W,,1.7,,0.0,
'321',2001/04/01 2:00,NNW,,2.1,,0.0,
'321',2001/04/01 3:00,NNW,,1.9,,0.0,
'321',2001/04/01 4:00,N,,2.2,,0.0,
'321',2001/04/01 5:00,N,,2.7,,0.0,
'321',2001/04/01 6:00,N,,2.0,,0.0,
'321',2001/04/01 7:00,NNE,,1.9,,0.0,
'321',2001/04/01 8:00,WSW,,1.9,,0.0,
'321',2001/04/01 9:00,W,,1.4,,0.0,
'321',2001/04/01 10:00,SW,,2.4,,0.0,
'321',2001/04/01 11:00,SSW,,3.3,,0.0,
'321',2001/04/01 12:00,SW,,4.4,,0.0,
'321',2001/04/01 13:00,SSW,,4.1,,0.0,
'321',2001/04/01 14:00,SSW,,2.9,,0.0,
'321',2001/04/01 15:00,SW,,5.6,,0.0,
'321',2001/04/01 16:00,SW,,6.0,,0.0,
'321',2001/04/01 17:00,SW,,6.6,,0.0,
'321',2001/04/01 18:00,SW,,6.6,,0.0,
'321',2001/04/01 19:00,SSW,,7.1,,0.0,
'321',2001/04/01 20:00,SSW,,6.7,,0.0,
'321',2001/04/01 21:00,SW,,7.0,,0.0,
'321',2001/04/01 22:00,SSW,,6.8,,0.0,
'321',2001/04/01 23:00,SSW,,6.9,,0.0,
'321',2001/04/01 24:00,SSW,,4.6,,0.0,
'321',2001/04/02 1:00,SSW,,6.1,,0.0,
'321',2001/04/02 2:00,SSW,,6.9,,0.0,
```

図9 気象の測定データ例
(隠岐測定所、平成13年4月)

表8 空間 γ 線線量率における属性値の種別

属性記号	内容
A	検出部異常
B	測定部異常
D	線量率高
I	調整中
Y	データなし
Z	—

表9 大気浮遊じんの全 α 及び全 β 放射能濃度における属性値の種別

属性記号	内容
A	未集じん
B	ろ紙送り中
C	サンプラ異常
M	検出器異常
N	測定部異常
O	α ダウンスケール
P	α 計数率高
R	β ダウンスケール
S	β 計数率高
U	調整中
V	通信異常
Y	データなし
Z	—

表10 気象データにおける属性値の種別

属性記号	内容
Y	データなし
Z	その他

表11 自然現象等による空間 γ 線線量率の変動

変動の原因	変動のパターン	変動の頻度	増加量
自然現象による変動	降雨	降雨中ゆるやかな変動を持つ	年間100回程度 地域によって差がある 約20 nGy/h 約10 μ Gy/y
	降雪	増加と減少が複雑に入り混じる	地域によって差がある \pm 10 nGy/h
	雷雨	急激に増加して約30分の半減期で減少	春先に多い 最高数10 nGy/hになることがある
	積雪	積雪によるしやへい効果	地域によって差がある 約10~30 nGy/h程度減少
	その他の気象	逆転層による日周期 地表の水分による放射線の吸収	約10 nGy/h程度 約2 nGy/h程度減少
大気圏内核爆発実験	実験の数日後には変動が現れ経過時間にほぼ比例して増加量を示す		経過日数が短ほど大で、2~3日後には通常レベルの数倍になる場合がある。
原子力施設	一定しない、特に負方向の変動が短い周期を持つ		
測定器の特性	主として温度変化による	温度変化による 日変化、年変化	温度によって数%~10%に及ぶ場合がある。
測定器の故障	過大または過小な値を示す		

出典：環境放射線モニタリングに関する指針

(平成12年8月3日、原子力安全委員会)

表12 各測定所における空間 γ 線線量率の最大値、最小値、平均値及び標準偏差

測定所	最大値	最小値	平均値	標準偏差
竜飛岬	70	26	31	3.1
隱岐	84	41	46	4.2
辺戸岬	58	22	25	2.3

単位 : nGy/h

<参考>

文部科学省が実施した環境放射能水準調査結果（2000年度）平成12年4月～13年3月

	最大値	最小値	平均値	標準偏差
青森県（青森市）	55	9	23	—
島根県（松江市）	69	40	46	—
全国平均（29県）	187	9	41	—

単位 : nGy/h