

千葉県環境研究センターニュース

発行日 平成24年2月24日

通巻22号

特集 環境研究センターにおける環境放射能測定について

1 はじめに

2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震とそれに伴う大津波により、東日本の各地に甚大な被害が発生しました。そのうえ、福島第一原子力発電所(以後「福島原発」と略す)の事故が起こり、放射性物質が飛散する結果となりました。千葉県では文部科学省の委託事業として、1990年から環境放射能水準調査をおこなっており、各種試料に含まれる放射能の測定のほか、空間の放射線量も常時測定しています。これは1986年に起きたチェルノブイリ事故の影響で、日本各地において放射性物質が検出されたことから全国で実施されるようになったものですが、今回のような国内の原発事故に際しても、異常をとらえることができました。

今回は、放射能についての一般的な話のほか、福島原発事故以降に強化された環境放射能調査の測定結果の報告を中心にして、千葉県における環境放射能の状況を紹介します。

2 放射能とは

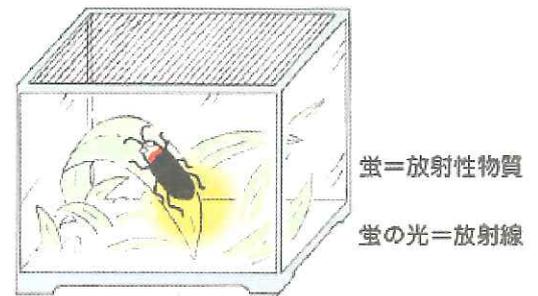
放射能、放射線、放射性物質...似たような用語が使われています。これらの違いを説明するために図1のようなホタルを例にしましょう。元気のホタルは光線を出す能力が大きいため、強い光線を放ちます。このホタル自体が持っている能力が放射能に相当します。そしてこの光線は放射線に相当するものです。

ホタルの能力、すなわち放射能の量の単位としてはベクレル(Bq)が使われます。1ベクレルは1秒間に1つの原子核が壊れて放射線を出す放射線量ですので、例えば50Bqですと1秒間に50個の原子核が崩壊して放射線を出すことになります。

ホタルから放つ光の強さ、すなわち放射線の強さですが、これは放射線を受ける場所で変わってきます。ホタルから離れると暗くなるように、放射線を放つ物質から離れると受ける放射線量つまりエネルギー量も少なくなります。この受ける放射線の強さをグレイ(Gy)で表します。1Gyは1kgの物質に1ジュール(J)のエネルギーを与える量です。

また、みなさんがよく目にするシーベルト(Sv)は、実効線量の単位です。実効線量とは、{組織に吸収されたエネルギー(グレイ)×放射線荷重係数(放射線の種類による係数、アルファ線20、ベータ線1、ガンマ線1)×組織荷重係数(体内組織による放射線感受性を考慮した組織ごとに定められた係数、食道0.05、皮膚0.01など)}を全ての組織について合計した値を言い、全身への影響の評価値を表します。Svの単位そのままでは、ふだんの放射線の強さを表すには大きすぎる単位になりますので、これに、1000分の1や100万分の1を表すm(ミリ)やμ(マイクロ)をSvの前につけて表します。また1時間値として示す場合にはSvの後に/h(パーアワー・毎時の意味)をつけます。例えば0.23μSv/h(毎時0.23マイクロシーベルト)のように表します。ベクレルとシーベルトの換算係数(実効線量係数)を表1に示しました。水を飲んでセシウム137を取り込んだ場合1ベクレルあたり0.013マイクロシーベルトになります。

蛍が光を出す能力 =これが放射能に相当する



放射線を出す能力 =放射能

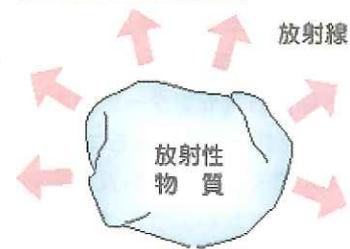


図1 放射能と放射線

(<http://www.atomin.go.jp/reference/radiation/familiarity/index02.html>)より

表1 放射線核種の摂取量から内部被曝量に換算する実効線量係数の例

核種	半減期	経口摂取 (Sv/Bq)	吸入摂取 (Sv/Bq)
Sr-89	50.5日	2.6×10^{-9}	7.9×10^{-9}
Sr-90	29.1年	2.8×10^{-8}	1.6×10^{-7}
Sr-91	9.50時間	6.5×10^{-10}	4.1×10^{-10}
I-131	8.04日	2.2×10^{-8}	7.4×10^{-9}
I-133	20.8時間	4.3×10^{-9}	1.5×10^{-9}
Cs-134	2.06年	1.9×10^{-8}	2.0×10^{-8}
Cs-136	13.1日	3.0×10^{-9}	2.8×10^{-9}
Cs-137	30.0年	1.3×10^{-8}	3.9×10^{-8}
Pu-238	87.7年	2.3×10^{-7}	1.1×10^{-4}
Pu-239	2.41万年	2.5×10^{-7}	1.2×10^{-4}

Sr: ストロニウム, I: ヨウ素, Cs: セシウム, Pu: プルトニウム
公益財団法人原子力安全研究協会HPより引用・作成

3 平常時の放射能のレベル

日本では、平均すると1年間に自然由来の放射線を約1.5mSv(1mSv = 1000 μSv)受けています(図2)。生活する場所による地質や地形の影響で、大地から受ける放射線量は異なりますし、また自然放射線の約半分を占めるラドン(図3)も、図4のように地域によって異なるだけでなく、建材や換気の状態等、生活様式によっても変わってきます。なお、世界では自然由来の放射線は図3でもわかるように1年間平均2.4mSvですが、10mSvを超えるような地域もあります。

このように日本では世界と比べると1年間に約1mSv自然由来の放射線を受ける量が少ないのですが、医療で使う放射線が年間約2.25mSvと自然由来より多いのが特徴です。なお、医療では医師の判断の下、検査や治療のメリットがデメリットより多いということで放射線を使っています。このように日本では1年間では合計すると平均約3.75mSvの放射線を受けていると言われてます。

4 環境研究センターでの測定

1990年から環境研究センターでは表2に示した項目を測定してきました。震災までは、ほとんどが不検出であり、空間線量は通常0.02~0.04 μSv/h程度、降雨時で高い時には0.07 μSv/h程度の値でした。福島原発事故を受けて、2011年3月からは表3のようにモニタリングが強化されています。3月以降の測定結果の幾つかを紹介します。

4.1 空間放射線量率

写真1が環境研究センター敷地内にある環境放射能測定棟です。この屋上にガンマ線を測定するモニタリングポストが設置されています。遠くから飛んでくる放射性物質を観測する目的のため、建物や土壌の種類に影響を受けないように、屋上面から約3m(地上から約7m)の高さとなっています。

表2 平常時の調査内容

試料名	採取場所	採取時期と検体数
大気浮遊じん	市原市	四半期毎 計 4 検体
月間降下物	市原市	毎月 計 12 検体
陸水(源水)	木更津市	6月に 1 検体
陸水(蛇口水)	市原市	6月に 1 検体
土壌	市原市	梅雨明け後、2 深度 各 1 検体
精米	千葉市	生産時期に 1 検体
野菜	千葉市	生産時期に葉菜・根菜 各 1 検体
牛乳	八街市	8月に 1 検体
海水	東京湾	梅雨明け後、 1 検体
海底土	東京湾	梅雨明け後、 1 検体
海産生物	南房総市	生産時期に 1 検体(ゴマサバ)
定時降水	市原市	降水1mm以上について、出勤日毎日(2011.3.18~12.28は定時降下物の調査のため中断)
空間放射線量率(モニタリングポスト)	市原市	毎時

表3 モニタリング強化時に追加された調査内容

試料名	採取場所	採取時期と検体数
陸水(蛇口水)	市原市	2011.3.18~12.28まで毎日、12.28以降3ヶ月毎 1 検体
定時降下物	市原市	2011.3.18~12.28まで毎日測定、12.28以降は、月間降下物に移行
空間放射線量率(サーベイメータ)	市原市	2011.7.15~12.28まで毎日、12.28以降、県調査・週1 検体、国調査・月1 検体

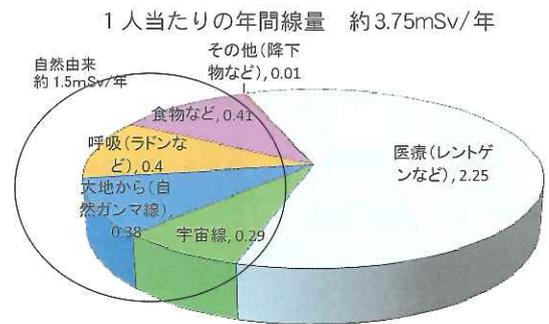


図2 自然および人工放射線から受ける被ばく線量(日本の平均)
原子力安全研究協会：生活環境放射線より作成

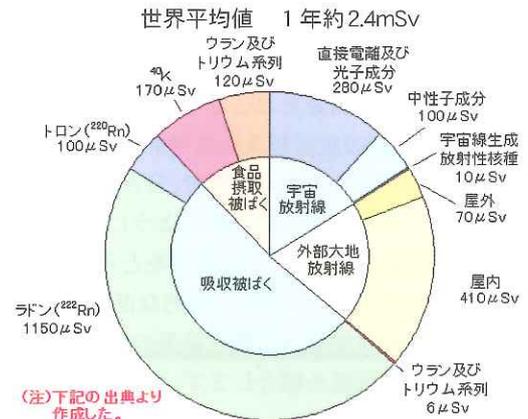


図3 自然放射線によれる被ばくの世界平均値
【出典】原子放射線の影響に関する国連科学委員会(編)、放射線医学総合研究所(監訳)：放射線の線源と影響、原子放射線の影響に関する国連科学委員会の総会に対する2000年報告書、附属書B、実業公報社(2002年3月)、p.165

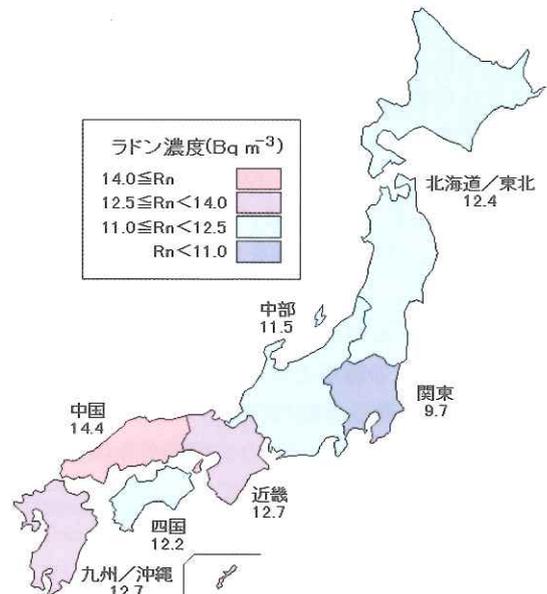


図4 日本全国の地方別ラドン濃度
【出典】放射線医学総合研究所 ラドン濃度測定・線量評価委員会：ラドン全国調査最終報告書、NIRS-R-32、(1997年3月) p.11

2011年3月以降のモニタリングポストで測定した結果を図5に示します。事故直前は0.023~0.025 μSv/hで推移していました。時々濃度の上昇が見られますが、これらの時には雨が降っており、平常時にも見られる現象です。3月11日以降、環境研究センターでは2度の特徴的な大きな濃度上昇が観測されました。



写真1 環境放射能測定棟とモニタリングポスト

写真2 降下物採取装置 写真3 ゲルマニウム半導体核種分析装置

1度目の上昇は、事故から4日後の3月15日の明け方に1時間値で最高0.313 μ Sv/hまで上昇したものです。急上昇後急下降している点が特徴的で、ちょうど当センターが福島原発の風下になるような風が吹いていたため、福島原発から放出された放射性のガス状物質が通過したためと考えられます。

2度目の濃度上昇は3月21日です。この時は雨が降っており、この雨が大気中にあった放射性物質を取り込んで落ちてきたものです。2012年1月現在、約0.04 μ Sv/hの空間放射線量なので、事故前との差約0.015 μ Sv/hが福島原発事故による影響と考えられます。その主な原因物質は半減期30年のセシウム137と半減期2年のセシウム134です。このように事故前の測定結果があって、初めて福島原発事故による影響を評価できることになります。なお、3月21日以後、徐々に空間放射線量が減少していますが、これは半減期が比較的短い(約8日)の放射性ヨウ素131が減衰した影響です。

4.2 定時降下物調査

9時から翌日9時までの24時間、上空から降ってきたものに含まれている放射性物質を測定します。断面積570 cm^2 の写真2の装置で採取しています。ガラス製の漏斗とポリびんで構成され、雨が降ればその雨を、降らなければ漏斗を洗い流した水を測定しています。事故前は、土日を除く雨が降った日のベータ線を測定していましたが、事故後は放射線を放出している核種までわかるガンマ線を毎日測定しています。ガンマ線はゲルマニウム半導体核種分析装置(写真3:以後「ゲルマ」と略す)を用いて測定

しています。今回の調査強化時においては、測定時間は文部科学省が全国で統一した20000秒(約5時間30分)ですが、平常時の調査では70000秒で測定しています。測定時間を短くすることによって検出限界値は上がることとなりますが、解析目標となる分析値は一定のレベルが担保されていますし、測定する試料の数を増やすことができるという大きな利点があります。事故後しばらくの間、放射性ヨウ素や放射性セシウムが毎日の降下物中から検出されていましたが、5月18日以降は、11月16日の試料でわずかに放射性セシウム137が検出された以外は、検出限界値未満の数値が続いています(図6、7)。なお、人工由来の放射性セシウム137は、半減期が約30年ということから、過去の核実験の影響で図8のように検出されています。なお、1986年のピークはチェルノブイリ原発事故の影響によるものです。

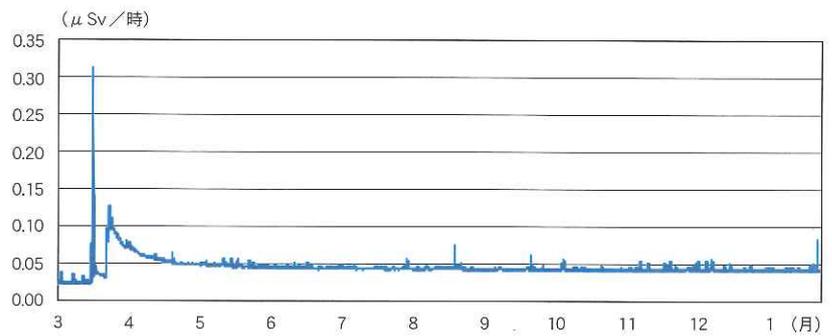


図5 モニタリングポストによる空間放射線量率の推移

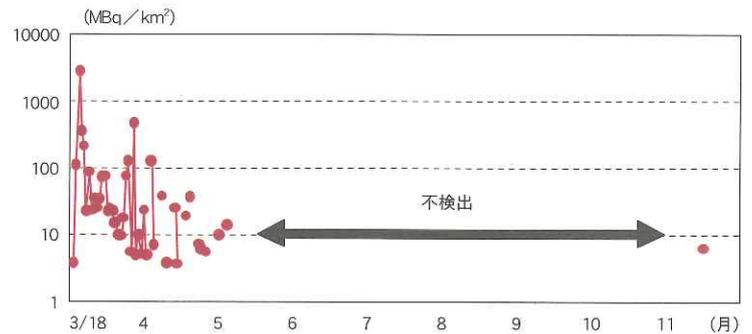


図6 定時降下物 セシウム137

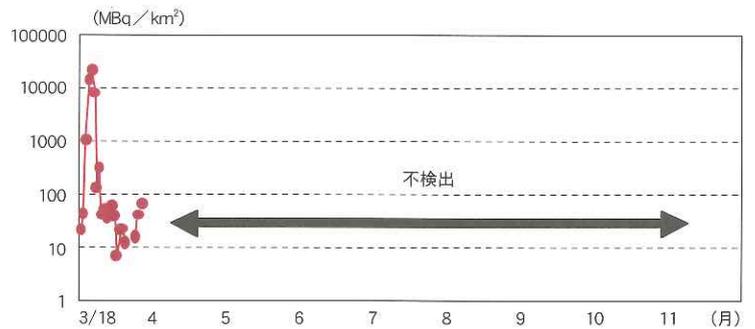


図7 定時降下物 ヨウ素131

4.3 蛇口水調査

いわゆる水道水の調査です。平常時の調査では年1回、100リットル(L)の水道水を蒸発させ、その残さを70000秒かけて測定していますが、今回の強化時には1日に1回2Lを採取し、そのままマリネリ容器と呼ばれるアクリル製の容器に入れ、ゲルマで測定しています。測定時間は定時降下物と同様に20000秒です。蒸発処理をしないことにより、飲料水としての水道水を迅速に測定することができます。

事故後の蛇口水に含まれる放射性物質のうち、摂取基準のある放射性ヨウ素(200Bq/L)の結果を図9に示します。これまでの最高値は3月25日に検出した約13Bq/Lでした。定時降下物同様、放射性ヨウ素、放射性セシウムともに、5月24日以降、検出限界値未満の結果となっています。なお、上記の定時降下物と蛇口水の調査は、検出限界に達しない分析値が続いたことから、2011年12月28日をもって毎日おこなう調査は終了いたしました。その代わりに、2012年からは、降下物は1ヶ月分を、蛇口水は3ヶ月分を採取して定量限界を下げ、より少ない放射能を検出できる調査に切り替わりました。

おわりに

人間はその誕生以来、大地や宇宙から放射線を受けながら進化してきました。福島原発事故以降、今まで接する機会がほとんどなかった放射能の数値をいたる所で目にするかと思えます。人間への影響については急性影響以外では、100mSv未満では放射線の影響はわかりませんが、100mSvではガンで死亡する確率が0.5%増えるというICRP(国際放射線防護委員会)報告があります。また自然放射線を多く受ける地域でも、健康には特に影響がみられなかったという報告もあります。福島原発事故による追加被ばく線量を、他の被ばく線量と比較したり、他のリスク(例えば交通事故で1年間に約0.004%が亡くなる等)と比べながら、正確な情報を得た上で、その数値がどういう意味を持つのか正しく理解し、必要以上の心配をしないように放射能問題を考えていくことが大切です。

今回紹介した値は、環境研究センターで測定したものです。市原市岩崎西という地点で測定した値ですので、千葉県を代表する値ではありません。またデータ等は千葉県のホームページ等で全て公開しています。なお、全国のデータも「日本の環境放射能と放射線」<http://www.kankyo-hoshano.go.jp>で公開されていますので、さらに詳しくお知りになりたい方はそちらをご覧ください。(大気騒音振動研究室 井上智博)

参考

- 原子力百科事典ATOMICA: <http://www.rist.or.jp/atomica>
- 放射線医学総合研究所ホームページ 放射線Q&A: <http://www.nirs.go.jp/information/info.php?i20>
- 日本保健物理学会 <http://radi-info.com/>

編集後記

今回は、3月11日の震災で発生した原子力発電所の事故により、大きな問題となっている環境放射能の測定について紹介いたしました。センターでは以前から環境放射能の測定を行っていましたが、事故前は検出されることがまれであり、その値も極小さいものでした。事故後は、かつて経験したことのない値が検出され事故の大きさを感しました。環境放射能など、地味な環境測定は重要性がなかなか理解されない業務ですが、今回のような事故に対応するためには、通常時の測定が如何に重要かが示されたと思います。センターでは今後とも放射能に限らず、多くの環境測定を継続して行ってまいります。

発行：千葉県環境研究センター

市原地区：市原市岩崎西1-8-8
 大気・騒音関係：0436-21-6371 廃棄物・化学物質関係：0436-23-7777
 学習施設 電話 0436-24-5309 FAX. 0436-21-6810

稲毛地区：千葉市美浜区稲毛海岸3-5-1
 水質関係：043-243-2935 地質関係：043-243-0261

E-mail: kankyoken@pref.chiba.lg.jp

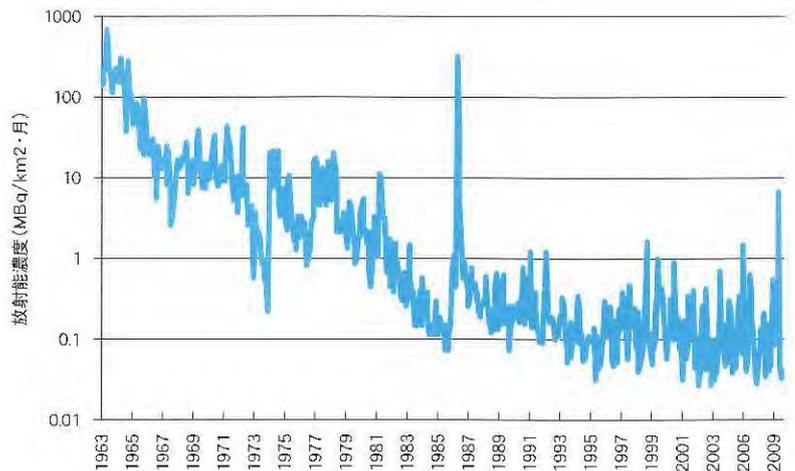


図8 全国における月間降下物中のセシウム137の経年変化(調査地点中の最高濃度) <http://www.kankyo-hoshano.go.jp> より作成

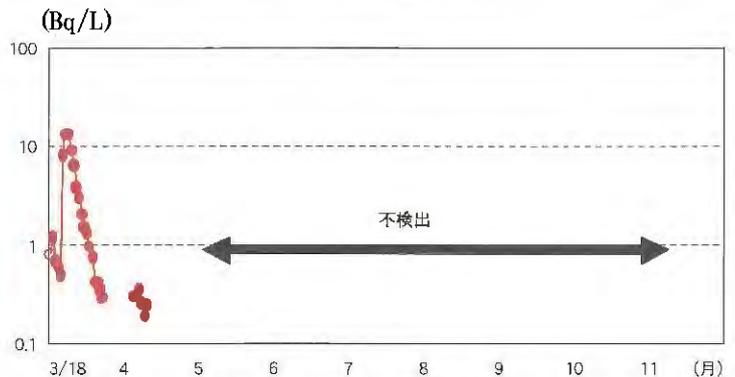


図9 蛇口水 ヨウ素131