

自然放射線の変動要因を把握する

環境動態研究部 五代 儀 貴



私たちが生活している環境には自然起源の放射性核種が存在し、私たちはそれらからの放射線を受けています。大型再処理施設が稼動すると、施設から環境中に微量の放射性核種が排出されます。大型再処理施設に起因する被ばく線量を正確に把握するには、自然に存在する放射性核種による線量を評価する必要があります。そこで環境研では、青森県における自然起源の放射性核種からの線量率の測定を行っています。測定項目は青森県内各地における積算線量の測定と、環境研構内における線量率の経時的な測定です。自然放射線は測定場所の環境によって変動しますので、変動の要因を知ることが必要です。

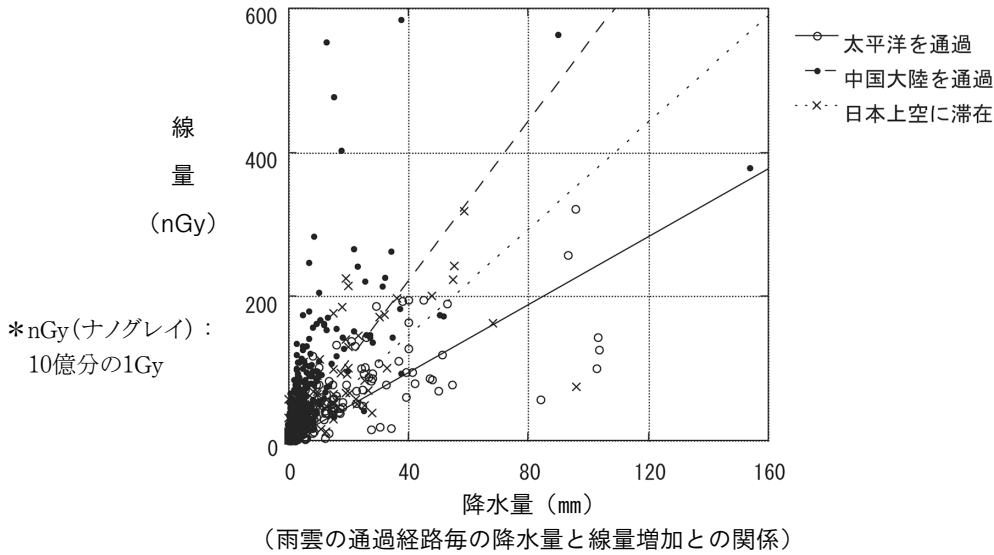
大地がどのように形成されたかで土壤中の放射性核種濃度は異なる上、道路整備や建造物建設等によっても地表面の放射性核種濃度は変わります。また、冬季には積雪が大地からの放射線を遮へいすることで、自然放射線は減少します。更に、大気中にはラドンという放射性ガスが壊変してできる子孫核種が拡散しており、降水によりそれらが地表面に降下し、地表面の放射性核種濃度が増加することで地上での線量率が上昇します。この場合、降水時の大気中のラドン子孫核種濃度などにより線量率の上昇する程度は異なり、降水量と必ずしも相関しません。環境研構内での測定結果では、大地からの線量率は年平均値 26 nGy / h 程度であり、降水により年平均 1 - 2 nGy / h 程度上昇していますが、高い時には 100 nGy / h 程度まで瞬間的に上昇することもありました。



このように大きな変動がある要因を考察し、降水をもたらした雨雲が通過してきた経路で線量率の上昇に違いがあるのではと考えてみました。NOAA ARL (米国海洋大気圏局大気資源研究所) の HYSPLIT モデルを用いて、環境研上空で雨を降らせた雨雲の通過経路を 5 日間遡り、雨雲が主に①太平洋上、②中国大陸上、③日本の上空、のどこにいたかで分類し、降水事象毎の降水量と線量率との関係性を評価しました。その結果、降水に伴う線量増加率は、太平洋を通過してきた場合は低く、中国大陸を経由してきた場合は高く、日本の上空に存在した場合にはそれらの中間でした。雨雲の通過経路と線量率上昇の関係は、次のような推測により説明づけられると考えられます。海洋上を通過した雨雲による降水は、

ラドンの放出の少ない海洋上を移動してくるためラドンの子孫核種の供給量が少なく、線量増加率は高くなりません。大陸を経由した雨雲による降水は、ラドン及びラドンの子孫核種を多く含んでおり、少しの降水でも線量増加率が高くなります。また、日本の上空に存在した雨雲による降水は、大陸に比べ島国である日本のラドン濃度が低いこと等から、大陸を経由した雨雲による降水に比べ線量増加率が小さくなります。

大型再処理施設から排出される放射性核種の環境影響は、青森県や事業者によるモニタリングによって監視されてはおりますが、自然放射線の変動要因とその変動幅を把握することで、大型再処理施設から排出される放射性核種による線量率上昇かどうかの判断が容易にできるようになります。



〔研究者に聞く〕

Q. ラドンはどのようにできて大気中に含まれるのですか。

A. 大地には微量のウランが含まれており、放射線を出して別の放射性核種になり、それがまた次の放射性核種になるということを繰り返して、最後に安定な鉛になります。これをウラン壊変系列といい、その途中でラドンやラドン子孫核種ができます。ラドンは気体であるので大地から大気中に出てきます。

Q. 降雨時の線量率上昇の原因をラドン子孫核種とする根拠は何ですか。

A. 放射線のエネルギーを調べることで、どの放射性核種であるかが分かります。雨が降っている時と降る前の放射線のエネルギーを研究所構内で測定した結果、雨の時にラドン子孫核種(ビスマス214)から出る放射線が多いことが分かりました。

Q. 雨雲は数日かかって動くと思いますが、ラドン子孫核種は長期間存在しているのですか。

A. 放射性核種は放射線を出しながら量を減らしていきます。ラドン子孫核種のうち線量に効くのはビスマス214で、約20分でその量が半分になるので長期間は存在はしません。しかし、ラドンは半分になるのが3.8日なので、雨雲の中にラドンがたくさん入っていれば、数日経って日本の上空に来た時にできるビスマス214が線量率を上昇させているということです。

Q. 降雨がない時に線量率の大きな上昇があった場合には、全て大型再処理施設の影響と考える良いのですか。

A. その時に大型再処理施設から放射性核種が放出されていたか、風向きはどうだったか、近隣地点で測定された線量率はどうだったかなどを踏まえて、大型再処理施設からの影響かどうかを判断する必要があります。

安定同位体を用いた黒ボク土におけるストロンチウムの可給性評価

武田 晃、塚田 祥文、高久 雄一、久松 俊一
〔プラント アンド ソイル誌 330, 383~392ページ (2010) に掲載〕

原子力施設からの放射性核種による被ばく線量評価で主要な核種の一つである放射性ストロンチウム (^{90}Sr) の土壌-植物系における挙動を精度よく予測するために、ストロンチウムの安定同位体 (^{86}Sr) を使って土壌-植物間移行及び土壌中からの抽出性の経時的变化を調べた。実験に用いた試料は六ヶ所村の牧草地表層から採取した黒ボク土で、ポットに充填し、 ^{86}Sr 濃縮安定同位体を添加した後、温湿度一定条件下の人工気象チャンバー内に12ヶ月保管した。土壌に加えたストロンチウムのうち酢酸アンモニウム溶液によって土壌から抽出される割合は、実験期間中ほぼ一定(45-58%)であった。ポットで牧草のオーチャードグラス及びアカクローバーを4週間栽培する試験を上記の保管期間中に5回行った。土壌に加えたストロンチウムのうち、オーチャードグラスでは0.2-0.3%、アカクローバーでは0.7-1.1%が地上部に吸収されており、吸収率の経時的な変化は見られなかった。一方、抽出液や植物中のストロンチウム同位体比 ($^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$) の値を用いて、土壌中の同位体交換可能なストロンチウム量を算出したところ、元々土壌に存在するストロンチウムの約15%に相当し、酢酸アンモニウムにより抽出されるストロンチウム(約7%)の約2倍に相当した。これらことから、土壌中のストロンチウムのうち、酢酸アンモニウムでは抽出されない形態のストロンチウムの一部も、植物に吸収されることが示唆された。

本発表は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

英文タイトル: Assessment of phytoavailability of Sr in an Andosol by addition of stable isotope

〔研究者に聞く〕

- Q. 黒ボク土を選んだ理由は何ですか。
A. 黒ボク土は、主として火山灰が基になった腐植に富む土壌で、六ヶ所村には広く分布しているので試料に選定しました。
- Q. 可給性とはどのような意味ですか。
A. 土壌中に存在する元素の植物への吸収され易さを「可給性」といいます。一般的に、土壌中の元素は水に溶けた状態で吸収されるので、実験によってその量を推定することができます。
- Q. 土壌からのストロンチウムの抽出に酢酸アンモニウム溶液を使った理由は何ですか。
A. 一般的に、土壌中の水に溶解している元素の量はわずかですが、それが吸収されてしまうと終わりということではなく、水に溶け得るものが次に溶けています。したがって、水よりも土壌中の元素がより溶け易い水溶液で抽出するこ
- とにより、植物に吸われ得る最大量に近い量を把握することができると考えられています。ストロンチウムでは、酢酸アンモニウム溶液が使われているので、ここでもそれを使いました。
- Q. 酢酸アンモニウム溶液で抽出されずに土壌に残ったストロンチウムが植物に吸収されることに特別な意味があるのですか。
A. 可給性の評価では、同位体交換が可能な元素量の算定値が有効な指標になると考えられています。水溶液による元素抽出法は実際に量を測定できるのですが、得られた値が可給性をどのくらい正確に表しているのかははっきりしない点があります。今回、ストロンチウムの場合について両者を評価した結果は、抽出法によるデータを可給性評価に用いる場合には注意を必要とするということに意味があると考えています。

第159～161回環境研セミナー

講師：スロベニア ジョセフ ステファン研究所
研究アドバイザー
ヤーニャ ポーポッチ 氏
(Janja Vaupotic)

開催日：平成22年8月9日

演題：ポストイナ洞窟を中心としたスロベニア
国内の鍾乳洞におけるラドン

スロベニアには1万ものカルスト地形洞窟（鍾乳洞）が存在し、多くの観光客が訪れている。洞窟内は岩石に囲まれている空間であるため、一般にラドン濃度は高くなる。ポストイナ洞窟にお

るラドン及びラドン子孫核種濃度を把握し、それらによる実効線量を把握するために行った測定結果について紹介された。洞窟内のラドン濃度は夏に2000-6000 Bq m⁻³、冬に500-1500 Bq m⁻³であり、これらの測定結果から、洞窟のガイドは、年間実効線量が5 mSv 以上とならないように、労働時間を制限されているとのことであった。紹介されたラドン濃度は青森県の屋外の平均値の100-1000倍の値であった。(五代儀 貴)



ヤーニャ ポーポッチ 氏

講師：東京大学大学院 総合文化研究科
広域科学専攻 生命環境科学系 身体運動
科学
教授 八田 秀雄 氏

開催日：平成22年9月6日

演題：運動・疲労と乳酸の代謝

筋肉に乳酸がたまると疲労する。一般にはまだそう考えられていることが多い。しかし、八田先生らの研究から、実際には体内での乳酸の生成と疲労とに因果関係はなく、むしろ乳酸は運動のための重要なエネルギー源であることが近年明らかになってきていることが紹介された。乳酸は糖の分解の過程で生じるが、糖よりも体内での移動に

適しており、筋と肝臓や心臓、神経膠細胞と神経など、組織間でのエネルギーの受け渡しに使われている。乳酸は物質循環・エネルギー代謝の観点から注目されるべき基質である。当研究所でも放射性水素や炭素の代謝や蓄積に関する調査を行っている。この講演を通じて調査に大変参考になる情報を得ることができた。(増田 毅)



八田 秀雄 氏

講師：財団法人 癌研究会癌研究所病理部
部長 石川 雄一 氏

開催日：平成22年9月15日

演題：ヒト肺癌の発生とその病理学的性質

日本でのがん死亡数は、1950年以降男女ともに肺癌による死亡者数が増加しており、90年代初めには発生数最多の癌となった。一方喫煙率は減少しており、タバコが肺癌増加の原因ではないようである。肺癌は組織学的に次の4種類①腺癌、②小細胞癌、③扁平上皮癌、④大細胞癌に分けられているが、近年、腺癌の頻度が上昇し、扁平上皮

癌が減少してきている。腺癌と小細胞癌について遺伝子発現の観点から mRNA プロファイリング、神経内分泌マーカー発現解析、タンパク質発現解析及び 3miRNA Signature 解析を実施した結果、腺癌は3種類に、小細胞癌は2種類にそれぞれ細分類でき、転移性や予後に大きな差があることが分かった。(田中 聡)



石川 雄一 氏

編集・発行 財団法人 環境科学技術研究所（広報連絡委員会）

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字家ノ前1番7

電話 0175-71-1200(代) ファックス 0175-71-1270 URL : <http://www.ies.or.jp>