

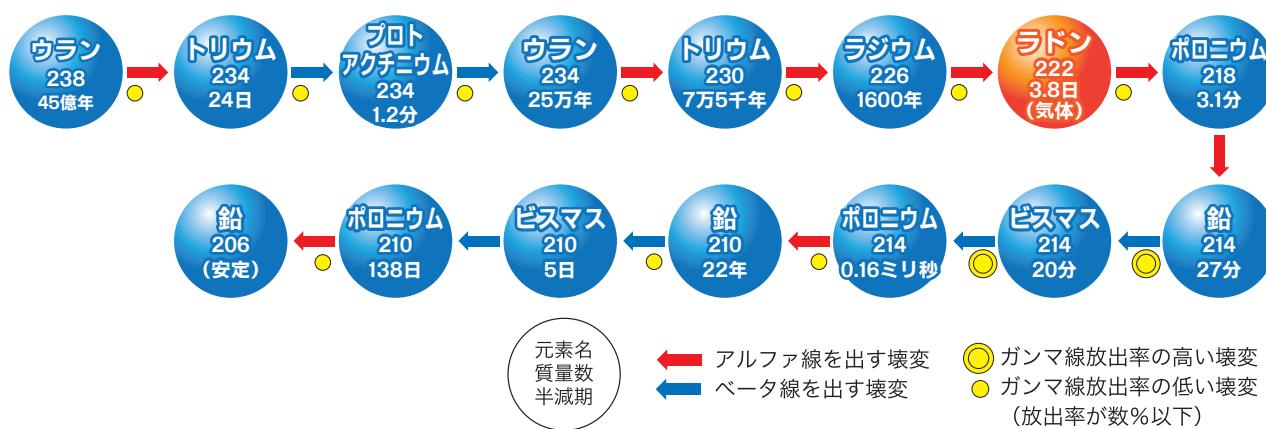
## 天然放射性物質のウランが変身！ ～気体のラドン～

ウランは原子力発電所で使用される燃料の元になる天然ウラン鉱石に含まれているほか、身の回りにある岩石や土、海水などにも含まれている天然放射性物質です。ウランは“放射性壊変系列”と呼ばれる多くの放射性物質に“変身”（壊変と言います）を繰り返して最後に放射線を出さない安定物質である鉛になりますが、ここでは、その中でも気体状の放射性物質であるラドンについて紹介します。

### ウランは様々な放射性物質に変身します。

天然放射性物質であるウランですが、もっとも半減期が長いウラン 238 が 99%以上を占めています。ウラン 238 は図 1 のように、キュリー夫妻が発見したラジウムやポロニウムの他、ラドンなどへの壊変を何回も繰り返し、最後に安定な物質である鉛 206 となります。

図 1 ウランが壊変してできる放射性物質

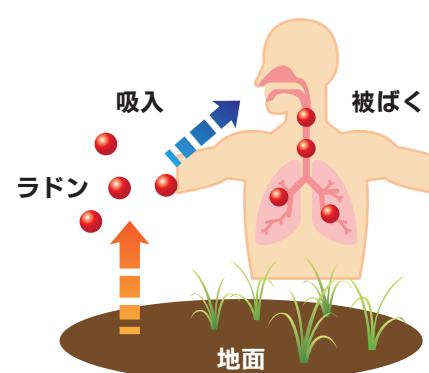


ラドンはこの一連の放射性物質の中で唯一の気体です。大地には微量のウランが含まれますので、地中では、たえずラドンが生じ、土壤の隙間などに蓄積されています。その一部は大気中に出てきますが、ラドンは希ガスと言うとても不活性な気体ですので、呼吸器内にラドンが沈着することではなく、あまり放射線被ばくを生じさせません。しかし、ラドンから生じた鉛 214 やビスマス 214 は空気中のほこりに付着しますので、ほこりとともに呼吸器内に沈着して留まり、放射線被ばくを生じさせます。そのため、空気中の鉛 214 やビスマス 214 の濃度が呼吸器の放射線被ばくには大事なのですが、ラドンの方が測定が容易であるため、ラドン濃度を呼吸器の放射線被ばくの目安にしています。

### ラドンは危険な物質？肺がんとの関係

空気中のラドンの濃度は、屋内のような密閉空間で高くなり、洞窟のような地面がむき出しの空間では特に高くなることが知られています。ウラン鉱山で働いていた労働者や屋内ラドンによる一般公衆を対象としたラドン濃度と肺がんの危険性に関する調査が行われ、高濃度のラドンは肺がんの要因となることが明らかにされています。これを受け、海外では職場環境や室内等の空気中ラドン濃度の規制をしている国もあります。環境研でも青森県内での家屋や職場環境のラドン濃度調査を行い、国際機関が提言している、改善対策が推奨あるいは要求される濃度より低いことを確認しました。

図 2 空気中にラドンが出てきます



## 環境研の事業をご理解いただくために

### ■ 平成3～12年度に実施した「放射性物質等分布調査」等をもとに作成しました。

この事業では、青森県内を対象に環境中に存在する放射性物質の分布について調査を行いました。

### ■ 世界各国のラドン濃度調査結果

地中の隙間に存在する空気にはラドンが蓄積されており、その濃度は数万ベクレル/m<sup>3</sup>を超える高いものです。様々な原因によりラドンは大地から出てきますが、屋外は開放的な環境であるため濃度は低くなります。また、屋内は大地から出てきたラドンが直接入りにくく一方で、一度入った場合は抜けにくいため、結果として濃度は高くなります。

ラドンによる肺がんの危険性が明らかになって以降、屋内のラドン濃度は世界各国で調査されています（表1）。平均濃度で比較するとスウェーデンやイタリア、ドイツなど欧米で高い傾向がみられることが分かります。これは家屋の構造や気密性、材質等の違いによるものと考えられています。特に、地下室の有無やその構造は重要とされており、地下室の壁に亀裂などがあると、そこからラドンを含む空気が侵入し、換気が悪

いと10000ベクレル/m<sup>3</sup>を超える場合もあります。一方で、日本は16ベクレル/m<sup>3</sup>であり、他国と比べて低いことが分かります。これは、日本の家屋内が一般的に通気性が良いこと、さらに床下の通気が良く、地中のラドンが入りにくいためであろうと考えられています。

### ■ 青森県内での調査結果

環境研では、青森県内各地域の一般家屋、職場及び農業用温室内のラドン濃度を測定しました（表2）。農業用温室では、ラドンの出てくる土壤がむき出しになっているため、ラドン濃度が高くなるかもしれないと考え測定を行ってみました。ラドン濃度の測定には、図3のような測定装置を用いました。なお、平均ラドン濃度測定についてはラドン・トロン弁別測定器を用い、昼夜や平日・休日といった時間や日による変化については通気型電離箱を用いました。

その結果、一般家屋内では、概ね日本の平均値と同程度のラドン濃度であることが分かりました。また、オフィスビルや病院といった職場が一般家屋よりラドン濃度が高い原因是、建物の密閉性がより高いためと考えられ、職場での1日の変化をみると、人の出入りが多い平日や昼間に低く、出入りが少ない休日や夜間は高くなる傾向が見られました。温室については、予想に反して一般家屋と同程度のラドン濃度であることが分かりました。これは、温室内では、ラドンの発生源である土壤はむき出しではあるが、換気は良いためと思われます。世界保健機関（WHO）は、改善対策が推奨あるいは要求される濃度として、住居では100ベクレル/m<sup>3</sup>を提言しており、その値より低い値であることが分かりました。

表2 青森県内でのラドン濃度の測定結果  
(ベクレル/m<sup>3</sup>)

	平均濃度	最大濃度
一般家屋	13	44
職場	20	79
農業用温室	13	75

表1 家屋内空気中ラドン濃度の測定結果  
(ベクレル/m<sup>3</sup>)

国	平均濃度	最大濃度
アメリカ	46	—
中国	24	380
インド	57	210
インドネシア	12	120
日本	16	310
スウェーデン	108	85000
ドイツ	50	>10000
イタリア	75	1040

図3 ラドン濃度の測定装置



ラドン・トロン  
弁別測定器  
(平均ラドン濃度の測定)

通気型電離箱  
(アルファガード)  
(ラドン濃度のリアルタイム測定)