

## 1 空間線量について

インデックス

- ・放射線とはなにか
- ・被ばくとはなにか
- ・身の回りの放射線（早見図）
- ・食べ物からの放射線
- ・もーもーガーデンの空間線量

### ・放射線とは何か

- ✓ 放射線は原子が核分裂することで放出されるもの

放射線を排出する物質を放射性物質と呼び、放射性物質が放射線を放出する能力を放射能という。放射線は、普通の化学反応では変化しない原子核が分裂を起こすことで放出されるウランを例に説明してみよう。ウランは原子力発電のエネルギー源として使用されるもっとも有名な物質の一つである。

実はウランは自然界に存在し、その多くはウラン 238 であるが、原発で使われるウランはウラン 235 という、少し異なった構造をしたウランなのだ。

このウラン 235 とウラン 238 は、原子の種類は同じであるが、質量数、つまり原子核に含まれる粒子の数が異なる。これらの物質は同位体と呼ばれる。

同位体のうち、ウラン 235 は不安定で、時間とともに放射線を放出しながら崩壊していくので、放射性同位体と呼ばれる。

- ✓ 半減期について知る

ウランやセシウムなどの放射性物質には半減期というものがある。

例えばヨウ素 131 の半減期は 8 日であるが、これは、8 日ごとに量が半分に減ることを意味している。安定した状態になった物質は放射線を出さない。

半減期は物質の種類によって異なる。ヨウ素 131 は 8 日であるが、例えばセシウム 137 は 30 年である。一方、自然に存在する放射性カリウム 40 は 12 億年というとても長い半減期を持ち、地球ができたときから存在している。

半減期が長いか短いかということは、その物質の性質を知るうえで重要なポイントであるといえる

ヨウ素 131 のように、半減期が 8 日と比較的短いものは、セシウム 137 に比べ早く壊変し、ヨウ素 131 としては存在しなくなり、安定したキセノン 131 になる。

もーもーガーデンでは空間、土壌、作物などの放射線測定を行っているが、そのほとんどでヨウ素 131 は不検出である。すぐに崩壊してなくなってしまうため、現在はほとんど残っていないのだ。

しかし、ヨウ素 131 は甲状腺に溜まりやすい性質をもつため、半減期が短く、すぐに安定するから問題ないというわけではない。

チェルノブイリの原発事故では、爆発で放射性物質が大量に飛び広がった。それにより、子供たちの中で小児甲状腺がんが発症した。空気中の放射性ヨウ素を吸入したり（吸引被曝）、放射性物質によって汚染された食べ物を食べたり（摂食被曝）することで、甲状腺（ヨウ素をホルモンの整合性のため選択的に取り込む内分泌臓器である）に放射性ヨウ素がたまった。15歳未満の甲状腺がん罹患率は、事故直後の1986～1990年の5年間に比べ、1991～1994年は5～10倍に増加したという。

一方半減期が30年と比較的長いセシウムは、ヨウ素と比べると短期間に放出する放射線量は少ないが、長い年月をかけて放射線を放出し続ける。

環境省. “小児性甲状腺がんの発症時期—チェルノブイリ原発事故—”. 環境省. 収録日.2013-03-31. 改訂. 2016-3-31.

<http://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisoshiryo/h29kiso-03-07-24.html>

大津留晶 緑川早苗 坂井晃 志村浩己 鈴木悟 “甲状腺がんと放射線障害” 日本内科学会雑誌 2015.104(3).p593-599 [https://www.jstage.jst.go.jp/article/naika/104/3/104\\_593/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/naika/104/3/104_593/_pdf/-char/ja)

#### ✓ 放射線はなぜ危ない

放射線＝危険というイメージがあるが、自然界に存在する物質には放射線を放出するものが多くある。危険であるかどうかは、あなたが浴びる放射線の量と放射性物質の種類を考える必要がある。

福島では原発事故があった。その際大量の放射性物質が放出された。

問題なのは、この放射線の汚染は人間が作り出したもの、つまり、自然ではありえない量の放射線を流出してしまったということだ

原発事故は過去にも日本、そして世界で何回か起きている。放射線による健康へのリスクや土壌、水の汚染、社会的、経済的な影響が知られてきたが、まだ健康へのリスクなどは影響の全貌がまだよくわかっていない部分がある。

放射線が危険であるといわれるのは、放射線は目に見えず、得体が知れないという点に加え、その影響がどれだけ続くのか、どのくらいの範囲に及ぶのかがわからないという点も関係しているのではないだろうか。

#### ✓ 放射線を表す単位

Bq(ベクレル):放射能の強さを表す単位。1秒に壊変する原子核の数のこと。単位質量(/kg)、単位容量(/L)、単位面積(/km<sup>2</sup>)などで表すことができる。

Gy(グレイ):物質1kgあたりに、放射線を受けて吸収されるエネルギー量を表す。

Sv(シーベルト):放射線の種類や、人体の部位・器官によって影響が異なることを考慮して、グレイから係数をかけて換算したもの。実際の人体への影響度を表す。

#### ✓ 放射線の種類

物質をイオン化する能力を持つ放射線を電離放射線という。電離放射線は人や動物の細胞に影響する。

α崩壊:ウランやラジウムなど、原子核の中の質量数が多い放射性同位体で起こる。陽子2

個、中性子2個を放出する。 $\alpha$ 粒子は、陽子2個、中性子2個からなるヘリウムの原子核である。

$\beta$ 崩壊：ヨウ素131や、セシウム137などが崩壊するとき、主として電子を $\beta$ 線として放出する

$\gamma$ 崩壊： $\alpha$ 崩壊、ベータ崩壊直後、エネルギーが高い状態に崩壊すると続けてエネルギーをガンマ線として放出することがある。ガンマ線はエックス線と同じかそれ以上のエネルギーを持つ

### ・被ばくとはなにか

生体が放射線を浴びることを「被曝」という。これは水素爆弾や原子爆弾によって被害を受けることを意味する「被爆」とは違う。被曝には外部被曝と内部被曝の2種類があり、さらに以下のように分類される。



## 外部被曝

【直接被曝】：放射性物質に近づいて、直接放射線を浴びること。レントゲン、PET（断面診断）のような医療機器もこれに含まれる。

【間接被曝】：飛散した放射性物質から放出された放射線を浴びること。被曝の経路として、大気質汚染、水質汚濁、土壌汚染に大別できる。

⇒大気質汚染：放射性物質が微粒子となって大気中に飛散し、汚染を広げる

⇒水質汚濁：大気中に飛散した放射性物質が河川や海域へ降下することで水質を汚染。放射性物質の水溶性やイオン化の性質が汚染に大きくかわる。

⇒土壌汚染：大気中に飛散した放射性物質が地表へ降下して堆積する。降雨や粒度、比重などが汚染度に影響する。

## 内部被曝

【吸引被曝】：気管支や肺などの呼吸器系統に放射性物質が付着することで被曝する。吸引までの経路としては、「大気中に浮遊した放射性物質を吸い込む」「放射線源から飛散した放射性物質を吸い込む」「放射能汚染した土壌が強風等で空中へ巻き上げられて飛散し、それを吸い込む」等が考えられる。

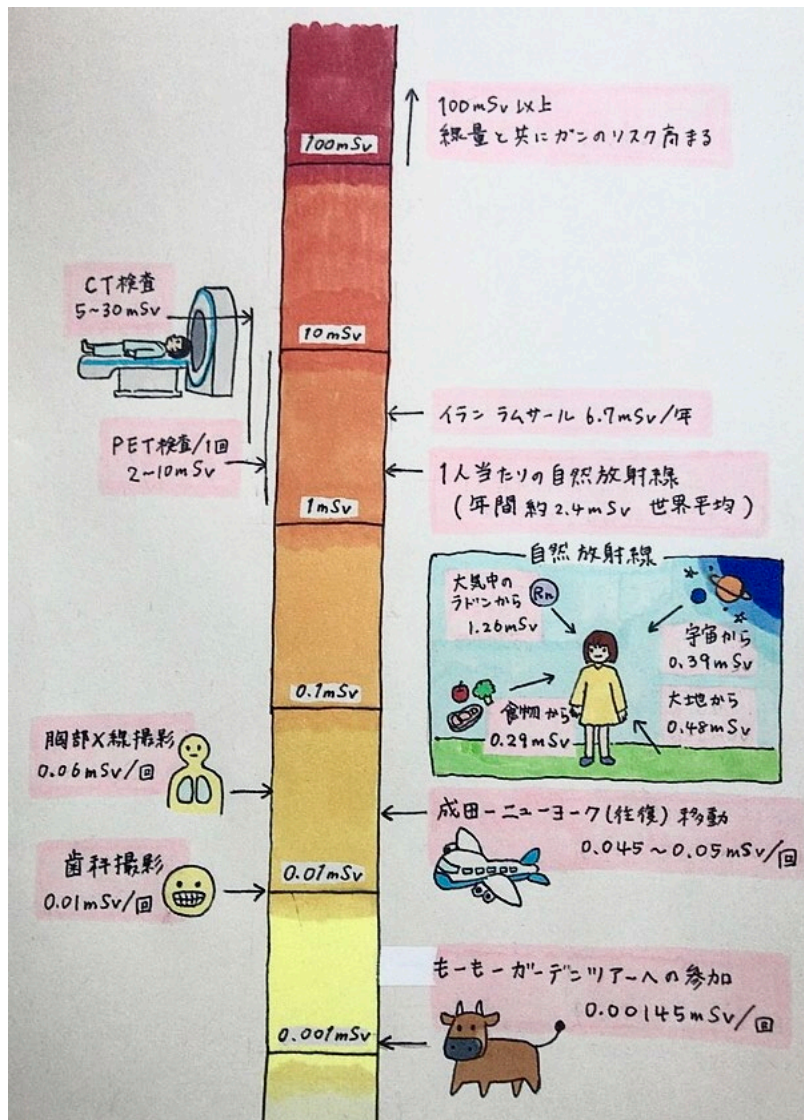
【摂食被曝】:

⇒農作物: 飛散した放射性物質が農作物の表面に付着したり、汚染された土壌で栽培されたために、作物の中に放射性物質が取り込まれるなどして汚染が広がる。食べると消化器官、特に小腸から吸収され、器官ごとに特有の体内汚染が起きる。消化器官内の放射性物質は、よほど高濃度でなければ、短時間で排出される。しかし、消化器官から吸収された場合は、放射性物質の種類から影響を判断する必要がある。

⇒海産物: 放射性物質は重たいため、海底に沈積する傾向が強いので、貝類や海藻類への影響が大きい。微粒子上の放射性物質は海流に乗って拡散する。海産物には特にヨウ素が蓄積しやすい。

水⇒水の体内吸収は大腸がおもである。よほど高濃度の放射性物質を取り込まない限りは、排せつまでの短時間の影響と考えるとよい。

・身の回りの放射線



私たちの身の回りにある放射線は、自然物から受けるものもあれば医療機器などの人工物から受けるものもある。上の図は、普段受けている放射線の線量がどれくらいのものなのかを比較して図にしたものである。

自然放射線の値は世界平均である。

日本の場合：日本人は魚を多く食べるので $^{210}\text{Po}$ （ポロニウム210）による食物からの影響が大きくなる。一方、花崗岩地帯が少ないため、ラドンからの影響は上の図の数値より少なくなる。

参考：下道國 真田哲也 藤高和信 湊進 “日本の自然放射線による線量” 2013-2(No.706)

[http://www.jrias.or.jp/books/pdf/201302\\_TRACER\\_SHIMO\\_SANADA\\_FUJITAKA\\_MINATO.pdf](http://www.jrias.or.jp/books/pdf/201302_TRACER_SHIMO_SANADA_FUJITAKA_MINATO.pdf)

### ・高自然放射線について

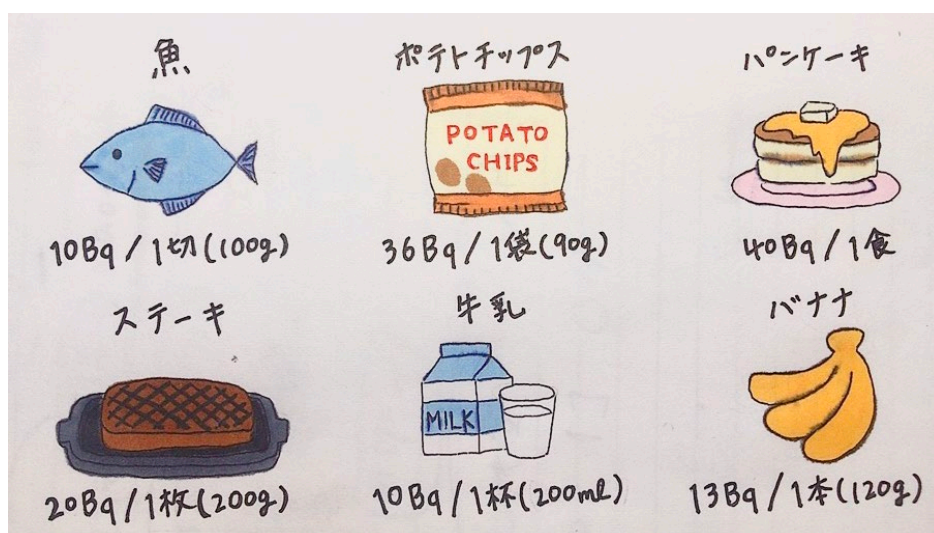
放射線を出す物質は地球上のいたるところに存在するが、大地からの自然放射線の量は場所によって異なる。鉱山、花崗岩（ほかの岩石と比べ、カリウム、ウラン、トリウムの濃度が高い）が多い地域、ラジウム温泉などでは、自然放射線の線量率が普通の地域よりも高い。ブラジルのアラシャはニオブ鉱山があり、インドのケララ地方はトリウムに富むモザナイト砂が多い。イランのラムサールはラジウム温泉があり、平均 $6.7\text{mSv/年}$ の線量率であるが、最高で $876\text{mSv/年}$ を示す地域もある。

参考：鳴海一成 丸山茂徳. 自然放射線が原子微生物の深化に与える役割. 地学雑誌 2019.128(4).p649-665

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/128/4/128\\_128.649/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/128/4/128_128.649/_pdf/-char/ja)

### ・食べ物からの放射線

✓ 身近な食べ物からの放射線



カリウムは生物に必要な元素なので、ほとんどの食品に含まれている。カリウムの $0.01\%$ は放射性カリウムであるため、やはりほとんどの食品には放射性カリウムが含まれている。放射能を持った食べ物の摂食によって、放射能を持った放射性物質を内部に取り込む（内部

被ばく) ことになる。体の中のカリウム濃度は一定になるように保たれているので、食品のカリウムからの被ばく量は体格によって異なる。多くは代謝によって体外に排出される。

参考：日本原燃株式会社 地元本部. かわら版サイクルインフォメーション. 2014-9.

<https://www.jnfl.co.jp/ja/pr/brochure/file/cycleinfo-201409-1.pdf>

環境省. (2014). 図解ハンドブック. 放射線の基礎知識と健康影響. 環境省 放射線健康管理担当参事官室

小松優. 日本イオン交換学会. (2012). セシウムをどうする 福島原発事故 除染のための基礎知識. 日刊工業新聞社

高杉昇. 農林中金総合研究所. (2016). 東日本大震災 農業復興はどこまで進んだか 被災地と JA が歩んだ 5 年間. 一般社団法人 家の光協会

菅野正寿・長谷川浩. (2012). 放射能に克つ農の営み.

大木久光. (2012). イラストでわかる原発と放射能—これであなたも大丈夫. 技報堂出版

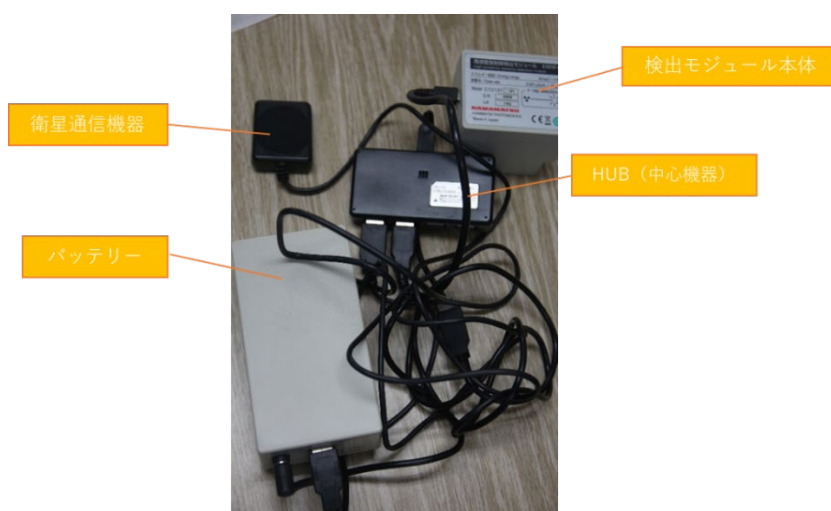
### ・もーもーガーデンの空間線量

もーもーガーデンでは、土や草や糞の放射濃度の測定を南相馬測定センターの協力のもと実施している。年に二回は全域測定をしている。

#### 測定方法

もーもーガーデンでは「高感度放射線検出モジュール C12137-01」という機械を使っています。

放射性物質であるセシウム 137 などから放出されるガンマ線を可視光に変換し、極微弱な光まで検出して、低エネルギーガンマ線を高精度に計測（測定範囲：0.001  $\mu$ Sv $\sim$ 10  $\mu$ Sv）することができます。



#### 測定方法

- ・衛星通信機器（GPS）によって測定場所の緯度・経度をパソコン上の地図に落としこむ
- ・測定数値は 1 秒ごとに得ることができ、データリングされます
- ・計測時間を指定し、最終的な測定値を算出します（1 秒毎に測って得られた数値の平均値。計測時間を 10 秒に設定した場合、10 個のデータが得られるので、その平均値を測定値とします）

#### 測定場所



もーもーガーデン敷地内の4つのエリア（入口ゲート作業小屋、入口南側の牧草地、用地西側の人家、入口ゲートから南西角部）の周辺を、測定機器を持ち、歩くことによって測定値が得られます。1秒毎の測定値のデータはパソコンに送られ、保存されます

### 測定結果



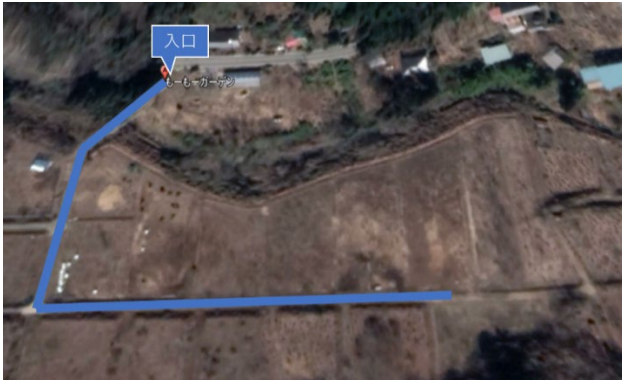
単位は  $\mu\text{Sv/h}$

測定日：2018.1.26

もーもーガーデンツアー参加者が通る道の空間線量



もーもーガーデン入口から牛たちがいる牧場の敷地周辺までの道：平均  $0.72 \mu\text{Sv/h}$   
 $\Rightarrow$  ツアーに1回参加した場合に浴びる線量  $1.44 \mu\text{Sv}$



もーもーガーデン入口からキウイ畑に行くまでの道： $0.73 \mu\text{Sv/h}$

⇒ツアーに1回参加した場合に浴びる線量  $1.46 \mu\text{Sv}$

測定協力：放射能測定センター・南相馬「とどけ鳥」<http://sokutei-minamisoma.org/>