

第 15 回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

令和元年 11 月 16 日(日)

Q & A

【橋本先生】

Q: 間伐等をしないと森林管理したことにならないのでないか、半減期を待つとは、その期間放置することになるのでないか。森林表層面維持については最低限の手入れが必要なのではないか。

A: 表土流出を防ぐという意味では、ご指摘の通り間伐が代表的な管理方法かと思います。森林の持続可能な管理の一つとして、会場での回答では森林表層のリター層や下層植生の重要性を述べました。汚染された森林の管理は、放射線生態学的な視点と、作業員の放射線防護の視点、持続可能な森林管理の視点、コストの視点など様々な視点から検討される必要があると考えています。そのような最適な対策はからなずしも十分に検討されておらず、今後の課題だと考えています。

Q: 木材の濃度が上がっていくのに、花粉は下がっていくのはどうしてでしょうか。木材の濃度が上がるというとき、木材のどこが高くなるのでしょうか？

A: 樹木は樹体内でセシウムがどのように動いているかは、まだ未解明な点が多いですので、メカニズム的なことははっきりとはお答えできません。しかし、花粉が毎年生産され、毎年樹体から脱落（飛散）するのに対し、木材は毎年肥大しながらそこにとどまっています。ですので、樹木の中で動いているセシウムは減少しているけれども、木材の部分にはそのうちの幾分かが少しづつたまっていつているのかもしれない。また木材のどこの部分のセシウム濃度が高いかは樹種によって異なりますが、スギでは木材の外側に位置する辺材と呼ばれる部位よりも、木材のより中心に近い心材と呼ばれる部分が高いセシウム濃度を示しています。

Q: 現在の森林においてセシウムのほとんどが 0 - 5 cm 程度の土壌に留まっているとのことですが、人工林において流出を防ぐには今後間伐等の森林管理によって、下層植生を増やして土壌を固定することが一方策と考えられるかと思います。一方で、間伐実施時には路網作設等を行うことになり、雨が降ると作設部分の土壌が流出しやすくなるのではないかと心配しています。セシウムの流出を防ぐ観点から、間伐は切り捨て間伐にしたほうが良いかどうかなど、森林管理のあり方をどう考えるべきでしょうか。

A: 先の質問への回答にもありますが、今後の森林管理のあり方は様々な角度から検討し決定していく必要があります。その一例がご質問にあるように、場合によっては、良かれと思って行った作業が、思いがけず森林内のセシウムの動態をかく乱し、森林からのセシウムの流出を引き起こす可能性もあります。かといって、長い目で見ると放置する方が影響が大きいとも考えられます。先の回答にもありますが、様々な視点・角度から汚染された森林の管理について検討・研究していく必要がありますが、今後の課題となっています。

Q: 森林はセシウムを保持するとのことで、生活圏にセシウムが出てこないのは良いことだが、林業や林産物の復興には妨げになる。放射能の減衰を待つしか無いのか、あるいは何か手があるの

か？

A: 比較的汚染度の低い森林から徐々に活用は可能となっていきますし、全地域に適用するわけにはいきませんが、カリウムを施肥するなどの技術的な対策も検討されています。また比較的樹木にセシウムが移行しにくい土壌の探索なども検討されています。

【田野井先生】

Q: ^{137}Cs と ^{134}Cs の環境中での動きを丹念に、経時的に調査されてきたことに敬意を表します。しかし、それが植物や動物(畜産物)の生体にどのような影響を与えたのか？与えなかったのか？が発表を伺っても見えてこない。今後の研究でも対象にはならないのでしょうか？

A: 畜産物については、附属牧場において、高線量下に3ヶ月程度飼育されていたブタの経過観察をしています。中間報告は以下のPDFの通り行っており、特段の異常は認められていません。<https://www.a.u-tokyo.ac.jp/rpjt/event/20120526-6-slide.pdf>

さらに継続して子孫の血液検査をしたところ、やや減少する成分もあったのですが、今回はしつかりとした対照区を設けられるような状況ではなかったために、被ばくの影響があったかどうかを議論するのが難しい状況です。この件は、李先生が本(英語)として報告しております。

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-3218-0_5

植物への影響については、特に短期間で収穫する農作物では、低線量の放射線による影響は軽微すぎて見るのは大変に困難であると予想できることから、研究対象になりにくいところです。

【二瓶先生】

Q: 今回のコマツナの栽培期間は約1ヵ月でしたが、もっと長期間栽培すると、それだけ大気浮遊物質による汚染度も上がると考えて良いのでしょうか。例えばイネは5か月ほど野外で栽培するので、汚染度も5倍になる可能性はありますか。

A: はい。基本的にはそのように考えられます。

ただ、その期間のイベント(特に風速)に影響されますので、5倍になるかどうか状況により変わると思います。

Q: 外部付着している放射性セシウムの量を評価するためにコマツナを洗ったとのことでしたが、具体的にはどのように洗浄したのか教えてください。洗剤は使いましたか？

A: 洗剤は使わずに、バットに溜めた水にコマツナをくぐらせるようにして洗浄しました。

Q: コマツナ体内に吸収されていたセシウムの由来(葉の表面から吸収されたのか、根から吸収されたのか)はわかりますか？

A: 今回の発表では報告していませんが、土を詰めたポットを現地に置いておき、その土を用いて

人工気象器内でコマツナを栽培することで、根からの吸収量を評価する取組を行っております。

【Martin 先生】

Q: 移行係数として事故直後の値 2 を用いて原木の基準値（指標値）50 Bq/kg が出されていますが、今回の研究では移行係数 4 という値でした。この結果によると、シイタケの基準値 100 Bq/kg を超えないように、原木の基準値（指標値）は 50 Bq/kg よりも下げるべきということでしょうか？

The log-to-shiitake transfer factor (TF) of radiocesium determined immediately after the nuclear power plant accident should be 2, which became the basis of a current provisional limit of 50 Bq/kg for logs for mushroom cultivation. On the contrary, log-to-shiitake TF of cesium was shown to be 4 in this presentation. Then, should we decrease the provisional limit lower than 50 Bq/kg so as not to produce shiitake containing radiocesium more than 100 Bq/kg?

A: まだ科学的根拠は十分とは言えず、現段階で指標値を下げるのは拙速と考えられます。今回の発表で示した 4 という安定セシウムの移行係数は 10 本の原木を測定したもので、真の移行係数を求めるためにはもっと多くの原木を調べなければなりません。さらに、既往の研究によると、放射性セシウムと安定セシウムの移行係数は等しくない可能性もあります。したがって、放射性セシウムと安定セシウムの移行係数の相関についてもさらなる調査が必要なのです。

It would be unwise to decrease the provisional limit of 50 Bq/kg for logs today because we still do not have enough data to make such a concrete decision. In this presentation, the TF of 4 for stable cesium was the average value of 10 logs, and therefore more logs would need to be sampled to provide a more realistic TF for stable cesium. In addition, we know from previous studies with mushrooms that it is unlikely that the TF of stable cesium and radiocesium will be equal, and therefore further experiments will be needed to determine the relationship between TFs for stable cesium and radiocesium.

Q: 今回の研究では移行係数が 4 と算出されていますが、なぜ、2011～2012 年に示された移行係数 2 と違いが生じたのでしょうか。また、もしも時間経過とともに移行係数が上がるようなことがあるなら、今後さらに上がるのでしょうか？

The log-to-shiitake TF of radiocesium determined during 2011～2012 should be 2, while log-to-shiitake TF of cesium was shown to be 4 in this presentation. What made this difference?

Based on the TF of stable cesium, do you expect the TF of radiocesium to increase over time?

A: 移行係数に違いが生じた主な理由は、放射性セシウムの移行係数が調べられた原木は、事故後一年以内の樹皮のみが強く汚染されている状態だった一方で、安定セシウムは材や樹皮を含む原木全体に存在し、シイタケに吸収されやすい状態（シイタケは多くの栄養素を、樹皮ではなく材から吸収していると考えられています）であったということが考えられます。これに加えて、放射性セシウムと安定セシウムでは生物による利用効率が異なることも考えられます。原子力

発電所から放出された放射性セシウムは、エアロゾルや、あるいはセシウムを包含した球体（セシウムボールとも称される）という形で、これが、放射性セシウムの生物利用率に影響したかもしれません。

放射性セシウムの移行係数は2011-2012年に示された値よりも上がってくると思われます。放射性セシウムも、しだいに原木全体に一様に分布するようになり、シイタケに吸収されやすくなっていく（現在の安定セシウムのように）と予想されるからです。

The main difference in the TFs was because the TF of radiocesium was determined within 1 year of the nuclear accident when only the bark of logs was contaminated, whereas stable cesium is distributed throughout all parts of a log (i.e., wood and bark) and is likely to be more available to shiitake for uptake into their fruiting bodies (shiitake is presumed to obtain the majority of its nutrients from the wood and not from the bark). In addition, the bioavailability of stable cesium and radiocesium to shiitake may differ. Radiocesium released from the nuclear power plant was in the form of aerosol particles and spherical Cs-bearing particles, and thus the form of particle will influence its bioavailability to organisms.

The TF of radiocesium will likely be higher in the future than it was in 2011-2012 because radiocesium will be more homogeneously distributed within the entire log, and therefore it will be more available for uptake by shiitake (as is the case for stable cesium today).

Q: 森林の樹体の放射性セシウム濃度は今後増えていくという予想は驚きですが、それは土壌表層からの浸透が遅いため、長時間経過後に根圏まで放射性セシウムが浸透していき、根からの吸収が増えることが主原因でしょうか？

I am surprised at the estimation that the radiocaesium concentration in forest trees will increase from now. Is that because radiocaesium takes a long time to move from soil surface into deeper soil, and reach the tree roots?

A: はい。放射性セシウムが土壌表面から樹木の根まで到達するには時間がかかると考えられます。特定のタイプの土壌は放射性セシウムを吸着し、根が吸収できる放射性セシウムを抑制すると思われるので、土壌の性質も重要です。根による吸収に比べると影響は小さいと思いますが、樹皮に存在する放射性セシウムもまた、時間の経過とともに材のほうに移行してくると考えられます。

Yes, it will take a long time for radiocesium to move from the soil surface into deeper soil, and reach the tree roots. The type of soil is also important because certain types of soil can bind radiocesium and this may slow down its availability for uptake by roots. Radiocesium in the bark will also move into the wood over time, although this mechanism is believed to be less significant than root uptake.

Q: オガ粉を用いた測定法を使えば、各木から個別にオガ粉をサンプリングして測定し、その結果に基づいて、原木としての利用可否の判断を木ごとに行えるようになると思うのですが、いかがでしょうか？

The sampling methodology using sawdust seems to make it possible to determine whether the wood

can be used as logs individually only if we collect the sawdust from each individual wood. How do you think?

A: シイタケを栽培する前に原木の放射性セシウム濃度を把握したい、という意図と解釈してお答えします。私が提示した、オガ粉を使った安定セシウムの測定方法は、放射性セシウムの測定にも適用できると思います。しかしながら、放射性セシウムの土壌中での分布はバラツキが大きいので、一本の木から切り出した原木の放射性セシウム濃度を凡そ知るためには、各木につき数本の原木からオガ粉を集める必要があると考えられます。

To answer your question, I will assume that you want to know the radiocesium concentration in logs before growing shiitake. The method I described using sawdust for stable cesium would also be suitable for radiocesium. However, because the distribution of radiocesium in soil is very variable, you would need to collect sawdust from a few logs for each tree to get a sense of radiocesium concentration in all logs cut from that one tree.

回答教員一覧

橋本 昌司 附属アイソトープ農学教育研究施設・准教授

田野井 慶太郎 附属アイソトープ農学教育研究施設・教授

二瓶 直登 附属アイソトープ農学教育研究施設・特任准教授

Martin O'Brien 附属アイソトープ農学教育研究施設・特任准教授