

II

森林における 放射性物質 の影響

福島県は、2011～2015年度に、延べ4,716か所の森林において、放射性セシウムのモニタリングを実施し、20年後の空間線量率を予測しました。その結果、県下のほとんどで汚染状況重点調査地域を指定する際の基準である $0.23\mu\text{Sv/h}$ 未満になると考えられます。



Q7 森林内の放射線量はどのように測定されているのですか？

A7

福島県では、森林内に標準木を設定して、その周辺5点の「空間線量率」を3回ずつ測定し、それらの平均値を測定結果としています。

福島県では、2011～2015年度に、延べ4,716か所の森林において、シンチレーションサーベイメータで、空間線量率のモニタリングを実施してきました。(帰還困難区域、居住制限区域内は未実施)。

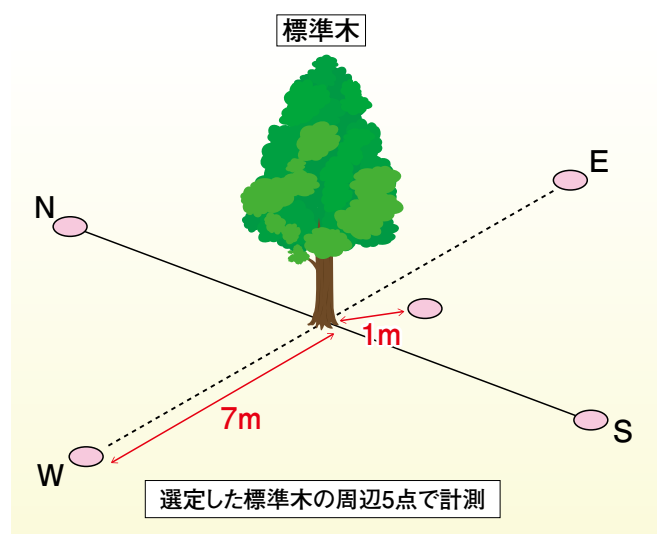
調査箇所は、原発からの80km圏外は10km四方に1か所、80km圏内は4km四方に1か所、過去の調査で一定以上の値を計測した箇所は1km四方に1か所、設定しています。

2015年度には、県内1,230か所(うち137か所は避難指示解除準備区域内)の調査を行いました。

測定方法については、その森林内の標準的な値を測定できるように、選定した標準木の周辺5点において空間線量率を計測しています(図)。5点の各地点において地上1mで測定し、測定機器の指示値が安定した後、1分間隔で3回測定値を記録しています。その5点の測定値の平均値を、最終的な測定結果としています。



空間線量率の測定状況



【図】森林内の調査箇所における標準的な値を測定

資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」(2016年5月16日)

Q8 森林内の放射線量はどうか変化していますか？

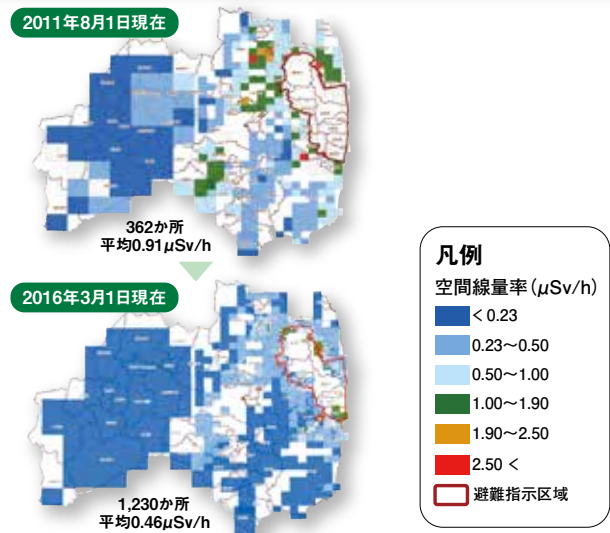
A8 空間線量率は放射性セシウムの物理学的減衰等によって年々低下しており、2015年度の空間線量率の平均は2011年度と比較して約65%減少しました。

福島県が2015年度に1,230か所で行ったモニタリングでは、空間線量率の平均値は、 $0.46\mu\text{Sv/h}$ でした(最大値は $2.44\mu\text{Sv/h}$ 、最小値は $0.03\mu\text{Sv/h}$)。

空間線量率が $1.00\mu\text{Sv/h}$ 以上の区域は、35% (2011年度) から7% (2015年度) と減少し、 $0.23\mu\text{Sv/h}$ 未満の区域は、12% (2011年度) から22% (2015年度) と増えてきています。このことから、森林内の空間線量率は物理学的減衰等によって年々減少していることがわかります(図)。

調査を継続している362か所で見ると、2015年度の空間線量率の平均値は、 $0.32\mu\text{Sv/h}$ であり、2011年度と比較して約65%減少しました。

避難指示解除準備区域内や、その周辺森林では、2013年度から調査が開始されています(2013年度:65か所、2014年度:134か所、2015年度:137か所)。2015年度の避難指示解除準備区域内の空間線量率の平均値は、 $0.89\mu\text{Sv/h}$ でした。避難指示解除準備区域内と、その周辺の空間線量率も徐々に低下していることがわかりました。



【図】森林における空間線量率の分布の推移

資料: 福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」(2016年5月16日)

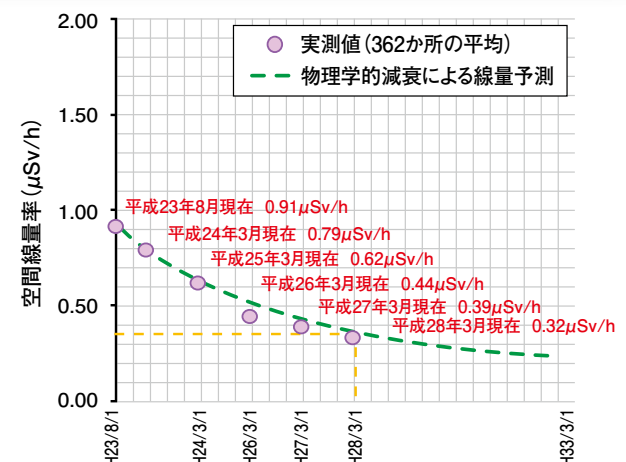
Q9 今後の森林内の放射線量はどうなっていくのですか？

A9 森林内の空間線量率も徐々に低下していき、2031年には、一部を除き、福島県下のほとんどの区域が、 $0.23\mu\text{Sv/h}$ 未満になると予測されています。

放射性セシウムが時間の経過によって自然に崩壊し、空間線量率が低減していく予測を表したグラフと、実際に福島県が調査したモニタリングでの計測値を重ねてみると、ほぼ同じように低下しています(図)。今後も、これまでと同様に低下していくと見込まれます。

今後の空間線量率の平均値を、このグラフをもとに予測してみると、2021年(原発事故10年後)は $0.28\mu\text{Sv/h}$ 、2031年(同20年後)は $0.20\mu\text{Sv/h}$ 、2041年(同30年後)は $0.16\mu\text{Sv/h}$ に低下していくと考えられます。

原発事故から20年後の2031年には、避難指示区域やその周辺を除き、県下のほとんどの区域が、汚染状況重点調査地域を指定する際の基準である $0.23\mu\text{Sv/h}$ 未満になると予測されています。



【図】放射性セシウムの物理学的減衰曲線とモニタリング実測値(362か所の平均値)の関係

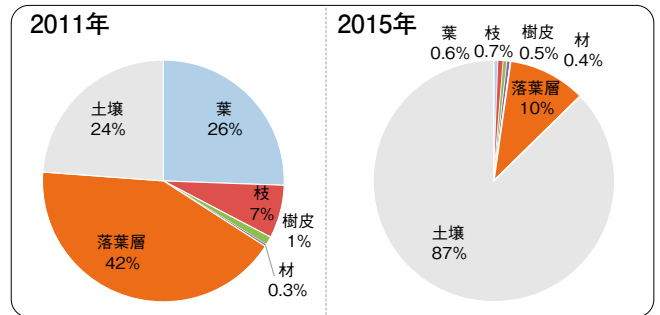
資料: 福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」(2016年5月16日)

Q10 森林の放射性物質はどこに存在していますか？

A10 2015年現在、森林内の放射性セシウムは約90%が土壌に分布しています。放射性セシウムは土壌に強く吸着し表層に留まっていると考えられます。

林野庁の調査では、2011年から2012年にかけて、葉、枝、落葉層の放射性セシウムの分布割合は大幅に低下し、土壌の分布割合が大きく上昇しました。この原因は、樹木へ付着した放射性セシウムが落葉落枝や雨によって林床に移動したり、落葉層が分解されて土壌に移動したりしたためです。

その後も放射性セシウムの土壌への分布割合がさらに増えており、2015年現在では森林内の放射性セシウムの約90%が土壌に分布し(図)、その大部分は表層0~5cmに存在しています。放射性セシウムは土壌に強く吸着する性質があるため表層付近に留まっていると考えられます。



【図】2011-2015年の大玉村スギ林の放射性セシウムの部位別分布割合

資料：林野庁「森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」(2016年3月25日)

Q11 木材の中の放射性物質はどうなっているのですか？

A11 木材(辺材・心材)の放射性セシウム濃度は全般に低く、樹木が放射性セシウムを積極的に吸収していることは確認できませんでした。

林野庁では、2011年から福島県大玉村のアカマツ林(47年生)、コナラ林(47年生)、スギ林(46年生)において、樹木に含まれる放射性セシウムの濃度を継続調査しています。

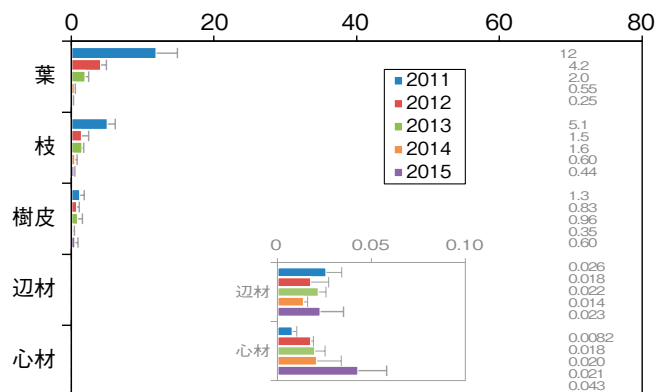
2015年、辺材*の放射性セシウム濃度は、アカマツが2.6Bq/kg、コナラが32Bq/kg、スギが23Bq/kgで、心材*では、アカマツが1.8Bq/kg、コナラが10Bq/kg、スギが43Bq/kgでした。なお、2011年から2015年までのスギの測定値の推移は図のとおりです。

事故以降、樹木が放射性セシウムを吸収し続けるとすれば、材部の濃度も上昇すると考えられますが、これまでの調査では材部の濃度は依然として全般に低く、樹木が放射性セシウムを外部から多量に吸収していることは確認できていません。

ただし、毎年開葉するコナラの葉に放射性セシウムが含まれることや、スギやコナラの辺材や心材で濃度変化がみられることなどから、樹木に取り込まれた放射性セシウムが樹体内を移動している可能性が示唆されています。特にス

ぎでは、心材の放射性セシウムが多くなる傾向にあることが様々な研究でわかってきています。

※樹木の材のうち周辺部を占めるのが「辺材」、中心部を占めるのが「心材」



【図】部位別放射性セシウム濃度(kBq/kg、平均値)の変化(大玉村スギ林)

資料：林野庁「森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」(2016年3月25日)

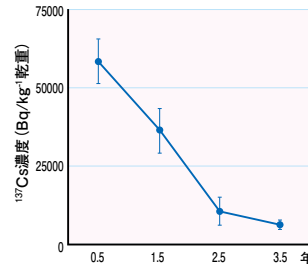
Q12 森林の放射性物質による生き物への影響はありますか？

A12 ミズの放射性セシウム濃度は大幅に低下しています。また、アカネズミは明らかな低下傾向はみられていません。

林野庁は、森林に生息するミズや、ノネズミなどの小型ほ乳類の放射能汚染の実態を把握するための調査を行ってきました。

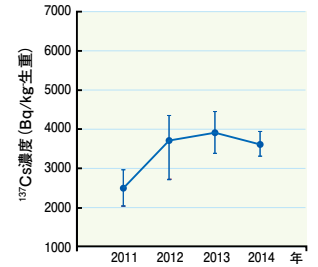
それによると、川内村において採取したミズは、事故後半年から2.5年で、放射性セシウム濃度が大幅に低下しました(図1)。ミズ体内への放射性セシウムの移行しやすさを見るために、ミズが食料とする落葉層とミズ体内の放射性セシウム濃度を比べたところ、ミズ体内の濃度低下が年々大きくなる傾向にありました。これは落葉層中の放射性セシウムの粘土などへの吸着が進んだことによって、ミズに移行しにくくなったものと思われます。

また、ノネズミ類については、川内村のアカネズミの放射性セシウム濃度が事故後2～3年目にやや増加し、4年目に低下する傾向が認められました(図2)が、いわき市で捕獲したアカネズミでは事故の翌年に大きく減少し、2～4年目にやや増加するなど、地域によって濃度変化のパターンは異なっていました。



【図1】ミズの放射性セシウム濃度(消化管内容物除去、乾重あたり)の変化(バーは標準誤差)

資料: 林野庁「平成26年度 森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」



【図2】アカネズミの放射性セシウム濃度の平均値の年次変化(バーは標準誤差)

資料: 林野庁「平成27年度 森林内における除染等実証事業のうち避難指示解除準備区域等における実証事業(普及啓発)」

Q13 2.5μSv/h以下の森林で作業する際は放射線対策は義務付けられていませんが、その根拠は何ですか？

A13 国際放射線防護委員会(ICRP)勧告等に基づいて森林内で働く人の年間合計被ばく線量を5mSv以下におさめるために、設定された基準です。

基準となる空間線量率2.5μSv/hは、森林内で働く人への影響を考慮して設定された基準です。この数値は、国際放射線防護委員会(ICRP)勧告等に基づき、週40時間労働、1年で52週間を前提として、年間追加被ばく線量が5mSv以下になることをもとに設定されたものです。従来の原発等において、線量管理の対象区域となる「管理区域」の設定基準と同じとなっています。

1年間の被ばく線量5mSv=1時間当たりの被ばく線量2.5μSv×週40時間労働×52週間

また、空間線量率2.5μSv/h以下と同じく、土壌等に含まれる放射性セシウム濃度の値が1万Bq/kg以下の場所で作業を行う場合でも、特別な対策はいらないとされています。

厚生労働省が制定した「除染等業務に従事する労働者

の放射線障害防止のためのガイドライン」でも、この数値を基準として、営林活動だけでなく、様々な業種の事業者などへの対策が定められています。

空間線量率2.5μSv/h以下のところでは、特段の対策は義務付けられていませんが、健康への影響をさらに軽減する観点から、長袖、手袋、不織布製マスク等を着用したり、作業後に手洗い、うがいを行う、履物についた泥を洗い流すなどの対策を取ることが効果的とされています。

なお、不織布製マスクの装着等は、作業中の体力の消耗等にも影響を及ぼすこともあるので、作業安全性が大きく損なわれることのないよう、バランスの良い対策を講じることが重要です。

資料: 林野庁「森林内等の作業における放射線障害防止対策に関する留意事項等について(Q&A)」(2012年7月18日)

Q14 森林に蓄積している放射性物質は、溪流、沢を通じて流出することはありませんか？

A14 環境省が2016年福島県内160か所で採水した飲用沢水の放射性セシウムを測定したところ、すべて不検出でした。

国立研究開発法人森林総合研究所では、福島県内6か所で、森林を源流とする渓流水中の放射性セシウム濃度を2012年雪解け時に毎日定時にモニタリングしました。森林から流れ出る渓流水中からは、通常、放射性セシウムはほとんど検出されず(検出限界:1Bq/L)、降雨があった日の一部の試料から検出されました。検出された渓流水には細かな土などの懸濁物質が含まれていたため、濾過したところ、濾過後の水は不検出となりました。このことから、渓流水中の放射性セシウムは、懸濁物質が主な由来であると推測されました。

また、環境省では、2012年から、福島県の避難区域等において住民が飲用する沢水の検査をしています。2016年4～6月には、要望のあった9市町村(飯館村、大熊町、葛尾村、川内村、川俣町、田村市、浪江町、楡葉町、広野町)において住民が飲用する沢水を調査しました(写真)。調査対象160か所、190検体の沢水を採水し、放射性セシウム濃度を測定したところ、すべての検体で不検出(検出限界:1Bq/L)でした。



【写真】
採水地点の例

※注釈

- ・食品衛生法に基づく食品、添加物等の規格基準(飲料水)(平成24年3月15日厚生労働省告示第130号)放射性セシウム(Cs-134、Cs-137合計):10Bq/L
- ・水道水中の放射性物質に係る目標値(水道施設の管理目標値)(平成24年3月5日付け健康水発0305第1号厚生労働省健康局水道課長通知)放射性セシウム(Cs-134、Cs-137 合計):10Bq/L
- ・平成28年1月～3月における調査箇所は、144か所。
- ・期間中に採取した174検体を検査したところすべての検査で不検出。

資料: 環境省プレスリリース平成28年7月22日「避難区域等における沢水モニタリングの測定結果について(平成28年4月～平成28年6月採取分)」、国立研究開発法人森林総合研究所「プレスリリース」2012年6月12日、2012年9月21日、2012年12月20日

Q15 山火事によって放射性物質が森林から外に飛散する心配はないですか？

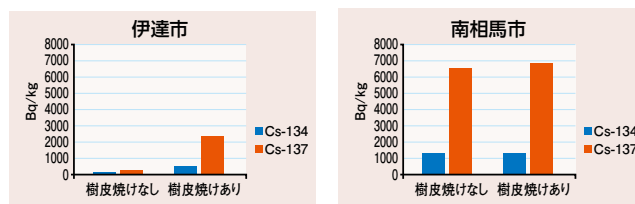
A15 事故後に発生した林野火災現場で空間線量率などを測定したところ、森林から外への飛散は確認されていません。

2016年3月30日に伊達市で、4月3日に南相馬市で山火事が発生しました。林野庁と福島県及び国立研究開発法人森林総合研究所は、この火災直後に現地に行き空間線量率の計測とともに、試料を持ち帰って山火事の影響を調べました。

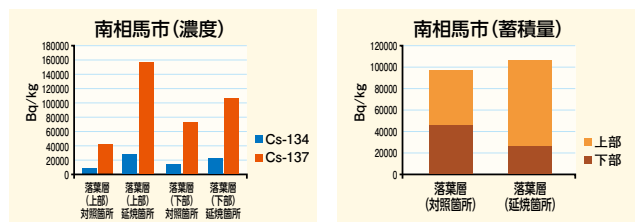
空間線量率は、伊達市では延焼区域6か所と非延焼区域3か所、南相馬市では延焼区域4か所と非延焼区域2か所について地上1m、5cmで計測しました。燃焼した場所としない場所との間で、空間線量率の明瞭な違いはみられませんでした。また、火災当日の現場付近のモニタリングポストでも、火事の前後で大きな変化はありませんでした。

「火災で炭化したスギの樹皮」と「燃焼しなかったスギの樹皮」を採取して放射性セシウム濃度を比較したところ、伊達市では炭化した樹皮は燃えなかった樹皮に比べて明らかに濃度が高く、燃焼による濃縮がみられました(図1)。さらに「延焼区域の落葉層」は「非延焼区域の落葉層」に比べて、上部の落葉層の濃度はやや高まっているものの、蓄積量には大きな違いはありませんでした(図2)。

また、現地の状況からも地表は安定しているので、森林から生活圏へ放射性セシウムが流出する危険性は低いと判断されますが、引き続き動態を調べていく予定です。



【図1】スギ樹皮の放射性セシウム濃度への火災の影響



【図2】落葉の放射性セシウムの濃度と蓄積量への影響

(図1)伊達市のスギ立木の樹皮の燃えた部分の濃度は、燃えなかった部分に比べて6倍程度であった。南相馬市のスギ立木の樹皮の燃えた部分の濃度は、燃えなかった部分と差はみられなかった。(これは立木の燃焼状況の違いに起因していると推察される)
(図2)南相馬市の落葉層上部(L層)の濃度は燃えなかった部分と比べて4倍程度、落葉層下部(F層)は1.5倍程度であった。単位面積当たりの落葉層の放射性セシウム量を比べると、明瞭な差がみられなかった。

資料: 林野庁業務資料