

# 森林の放射性セシウム分布の 現状と今後の見通し



国立研究開発法人 森林研究・整備機構  
森林総合研究所 三浦 覚



平成30年11月17日

平成30年度「福島の森林・林業再生に向けたシンポジウム」

1

## 本日の内容

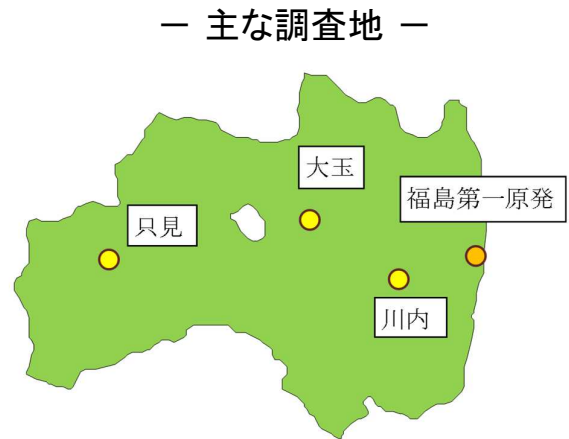
### 放射性セシウム分布の現状

- 1) 7年間の推移と現状
- 2) 木材の汚染
- 3) 野生の山菜の汚染
- 4) 今後の見通し

## 森林総合研究所の取り組み

「森林内における放射性物質実態把握調査事業」ほか

- 樹木、土壌
- スギ花粉(雄花)
- 渓流水
- 山菜、林床植生、ササ、タケ
- きのこと
- 小型ほ乳類(ネズミ等)
- 土壌動物(ミミズ)、水生昆虫
- カリウムの影響、落葉層除去の効果

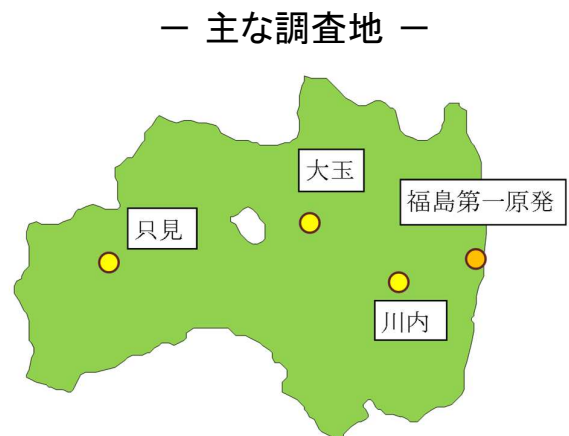


3

## 森林総合研究所の取り組み

「森林内における放射性物質実態把握調査事業」ほか

- 樹木、土壌
- スギ花粉(雄花)
- 渓流水
- 山菜、林床植生、ササ、タケ
- きのこと
- 小型ほ乳類(ネズミ等)
- 土壌動物(ミミズ)、水生昆虫
- カリウムの影響、落葉層除去の効果



4

# 森林生態系におけるセシウム動態の現状

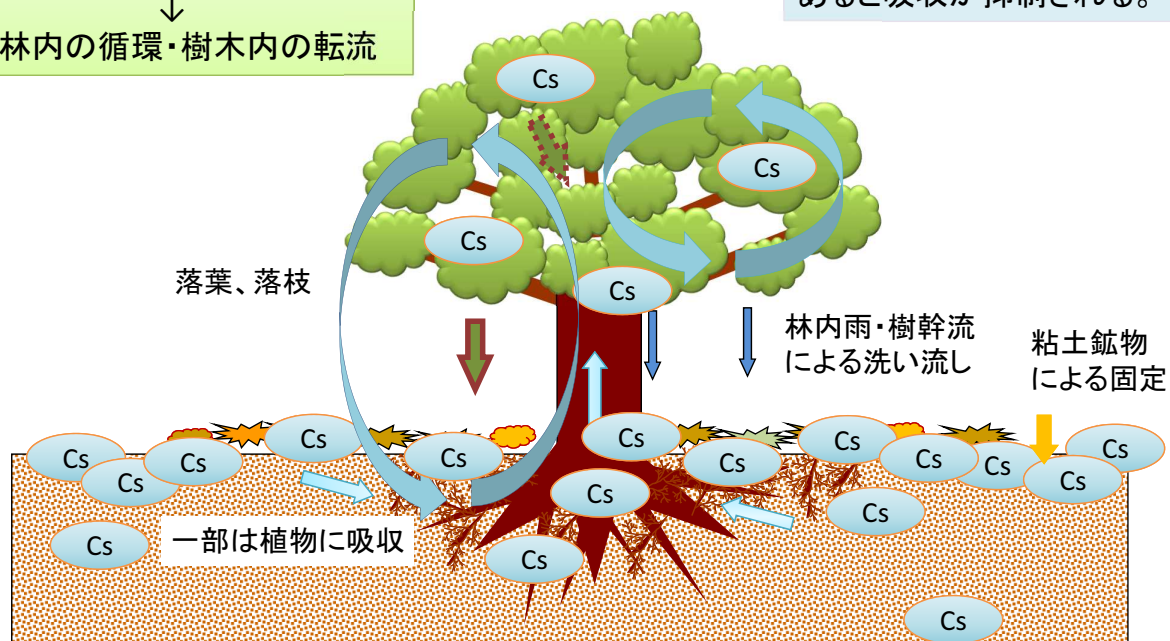
表面への付着(樹木による吸収)

↓  
落葉・落枝・雨による洗い流し

↓  
森林内の循環・樹木内の転流

初期沈着

カリウムと性質が似たセシウムは、カリウムがたくさんあると吸収が抑制される。



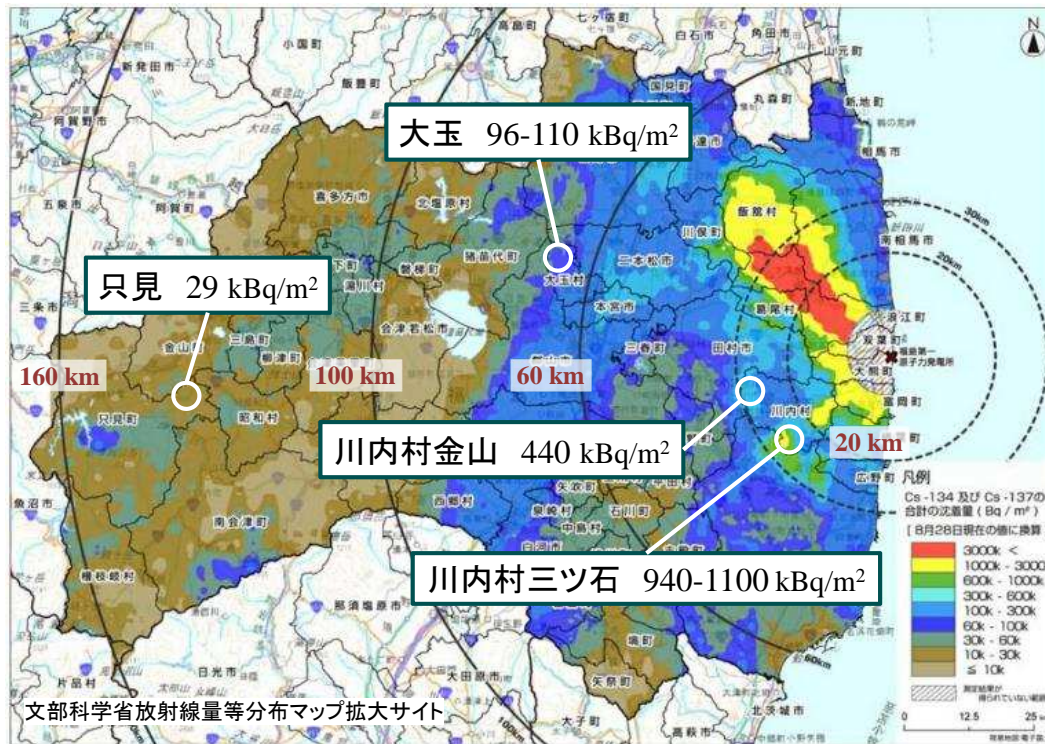
5



## 1) 7年間の推移と現状

6

# 調査地と方法



原発からの距離や汚染程度の異なる4か所に調査地を設定

7

# 調査対象林分

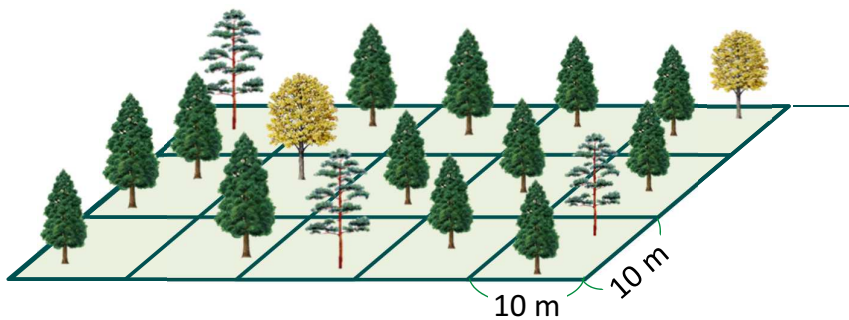
30～60年生の林分(スギ、ヒノキ、アカマツ、落葉広葉樹林)



8

# 放射性セシウムのモニタリング調査

2011年8月から毎年



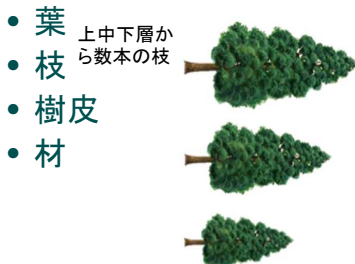
## 毎木調査

- 0.16-0.24 ha
- 胸高直径(>10cm)
- 樹種
- 個体数

梶本ら(2014)

## 伐倒調査

- 3本/年  
(毎木調査プロット周辺)



## 土壌調査

- 12地点/年  
(毎木調査プロット内)
- 落葉層
- 鉱質土壌  
0-5 cm 12地点  
5-20 cm 4地点  
(5 cm毎に採取)

池田ら(2014)

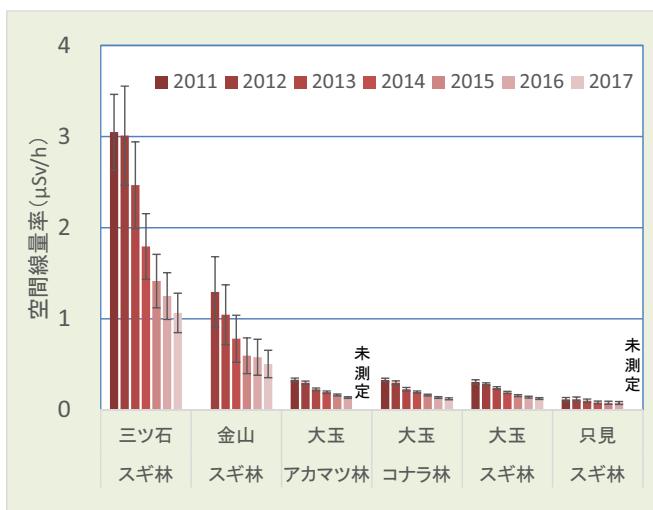


落葉層  
0 cm  
5 cm  
10 cm  
15 cm  
20 cm } 鉱質土壌

9

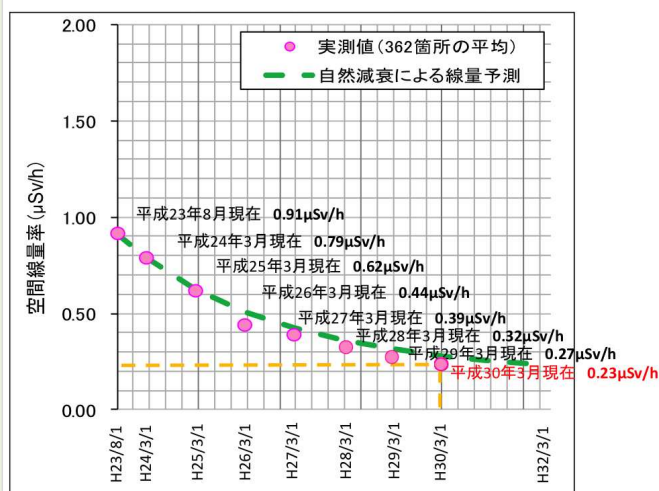
# 空間線量率の推移

林野庁、モニタリング調査地



(林野庁、2018)

福島県、モニタリング調査

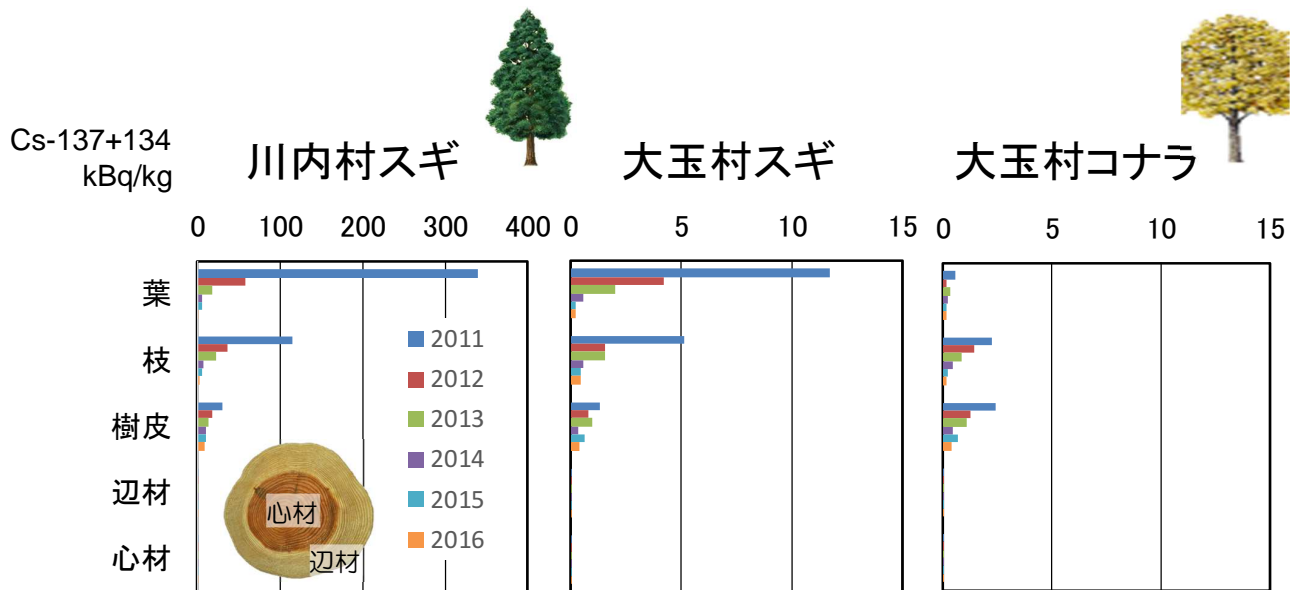


(福島県、2018)

- 概ね放射性セシウムの物理減衰に従って低下する。
- 今後は低下がゆるやかになると見込まれる。

10

# 樹木の部位別セシウム濃度

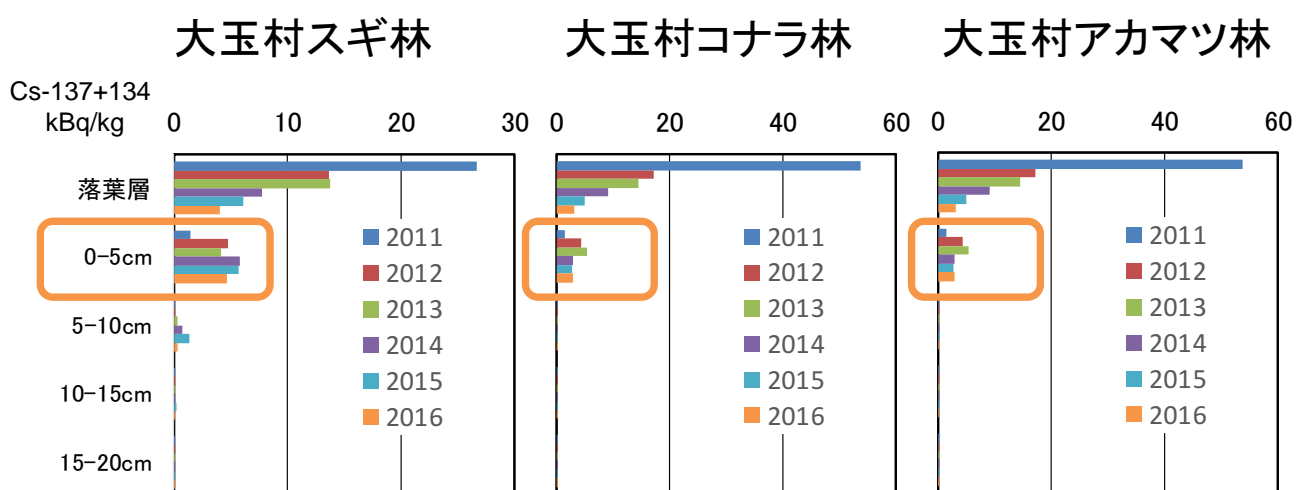


- 葉、枝、樹皮に付着した放射性セシウムは、落葉で葉が入れ替わったり、雨水に洗い流されて濃度が低下した。
- 木材の放射性セシウム濃度は、葉・枝・樹皮に比べると1～2桁低い。

(林野庁、2017)

11

# 土壌中のセシウム濃度



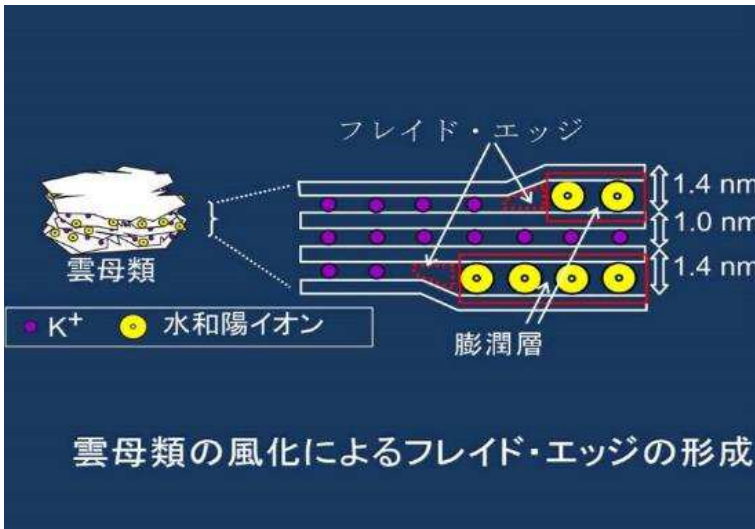
(林野庁、2017年)

- 放射性セシウムは、樹木から落葉層へ、落葉層から土壌表層へと移動した。
- 土壌中の放射性セシウムは、主に表層0～5cmに分布する。

12

# 粘土鉱物によるセシウムの固定

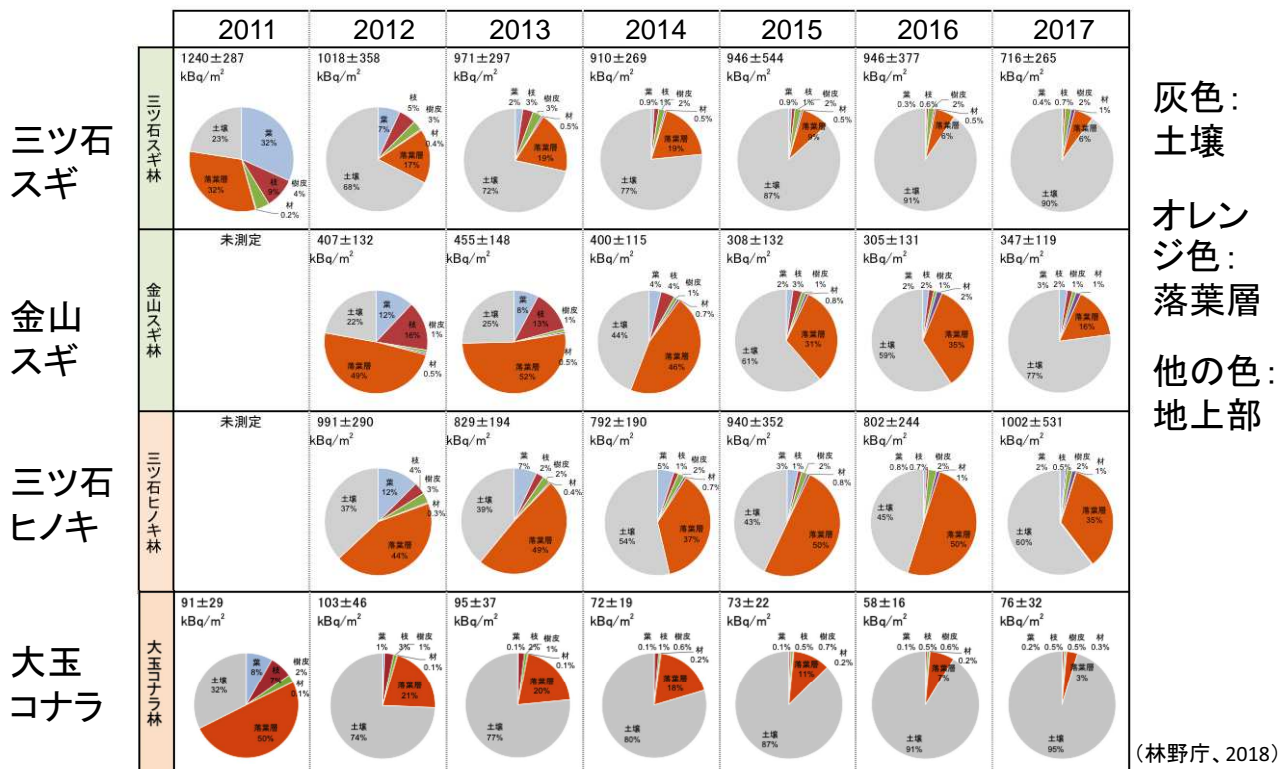
セシウムは粘土鉱物の層間に吸着されやすい。



- ・ 土壌中の粘土鉱物は、セシウムを吸着固定する能力が高い。
- ・ 植物の根による吸収や、土壌水による溶脱を受けにくくなる。

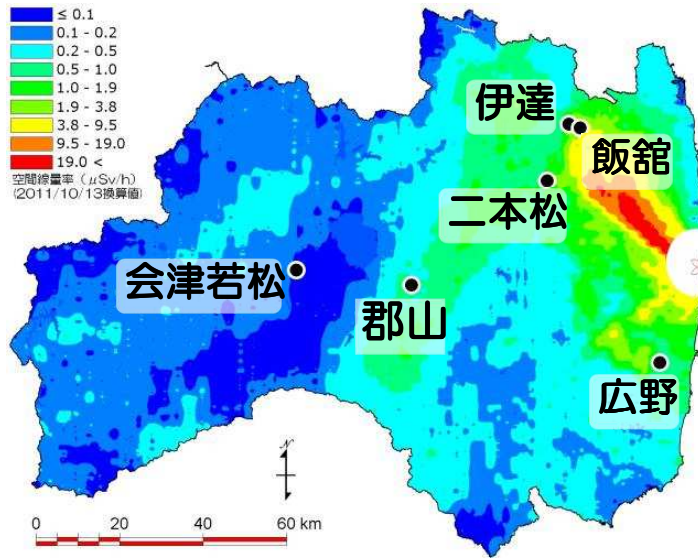
図は京都府立大学・中尾氏のHPからの引用  
[http://www2.kpu.ac.jp/life\\_environ/bioanal\\_chem/nakao.html](http://www2.kpu.ac.jp/life_environ/bioanal_chem/nakao.html)

# 樹木、土壌の部位別の放射性Cs蓄積量割合



▶ 森林内の放射性セシウムは、土壌表層に移動して留まっている。

# 渓流水の採水調査

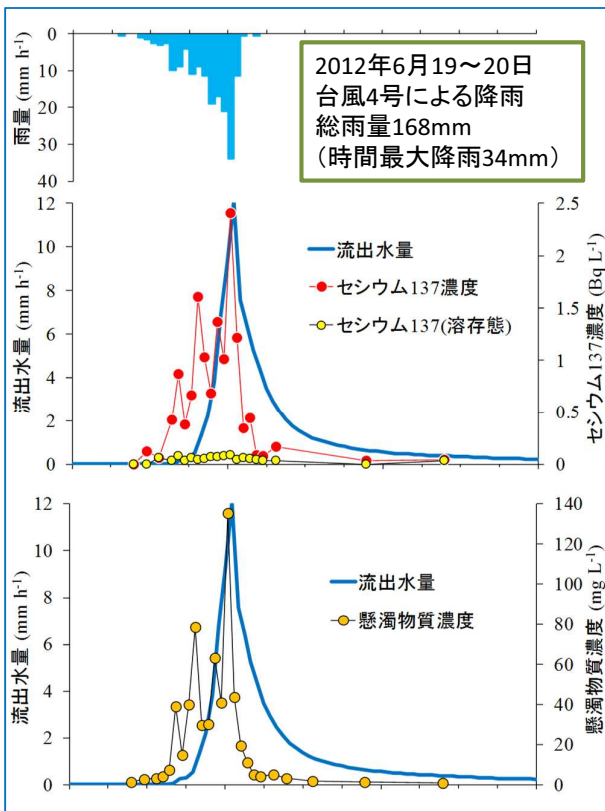


文科省航空機モニタリングデータ(2011年10月13日)



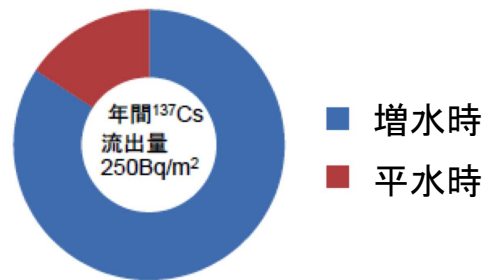
15

# 森林からの放射性セシウムの流出



郡山市多田野試験林

(篠宮佳樹ら、2013)



- 2012年の最大出水で、沈着量の0.09%流出
- セシウムは主に増水時に流出
- 年間総流出量の推定は、沈着量の0.3%

➤ 放射性セシウムは、降雨時に濁水とともに流出する。総沈着量に比べるとわずかである。

16



## 小まとめ

### 1) 7年間の推移と現状

空間線量率は、物理学的減衰に従って低下。  
事故直後は枝葉にも補足されていた放射性セシウムの大部分は、落葉などにより、  
土壌表層に移動して集積し留まっている。  
一部は、根から吸収され森林内を循環している。  
森林からの年間の流出総量はわずかである。

17

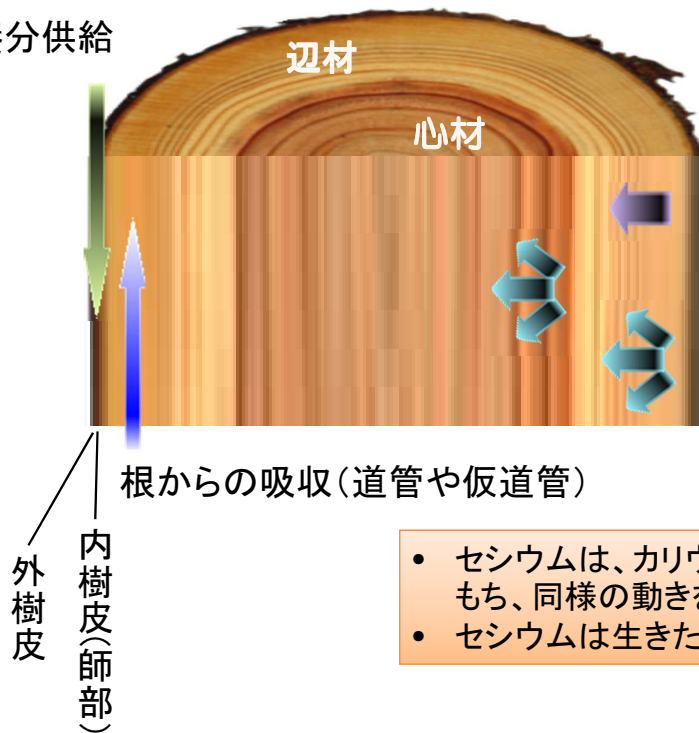


### 2) 木材の汚染

18

# 木材中のセシウムの移動

葉からの養分供給



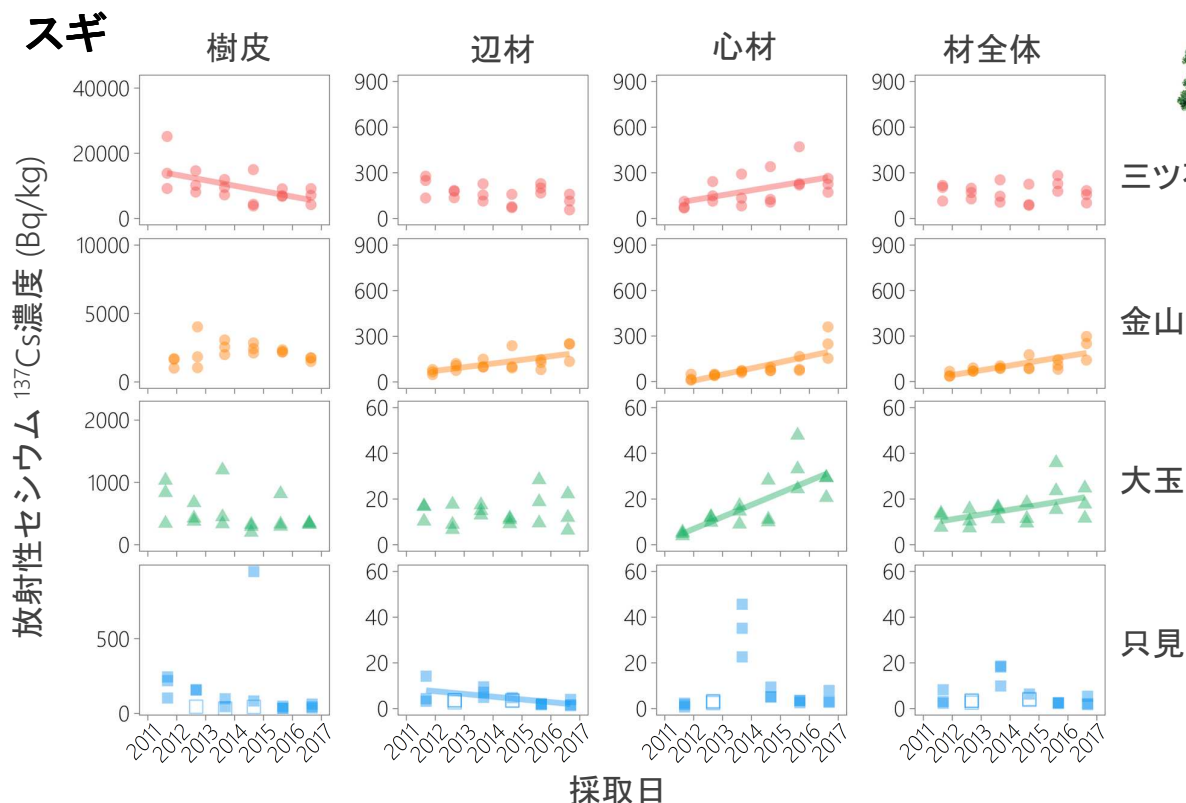
移動(生きた細胞を通じた生理的な移動)

拡散(物理的)

根からの吸収(道管や仮道管)

- セシウムは、カリウムに似た性質をもち、同様の動きを示す。
- セシウムは生きた細胞に多い。

# スギ部位別放射性セシウム濃度の経年変化



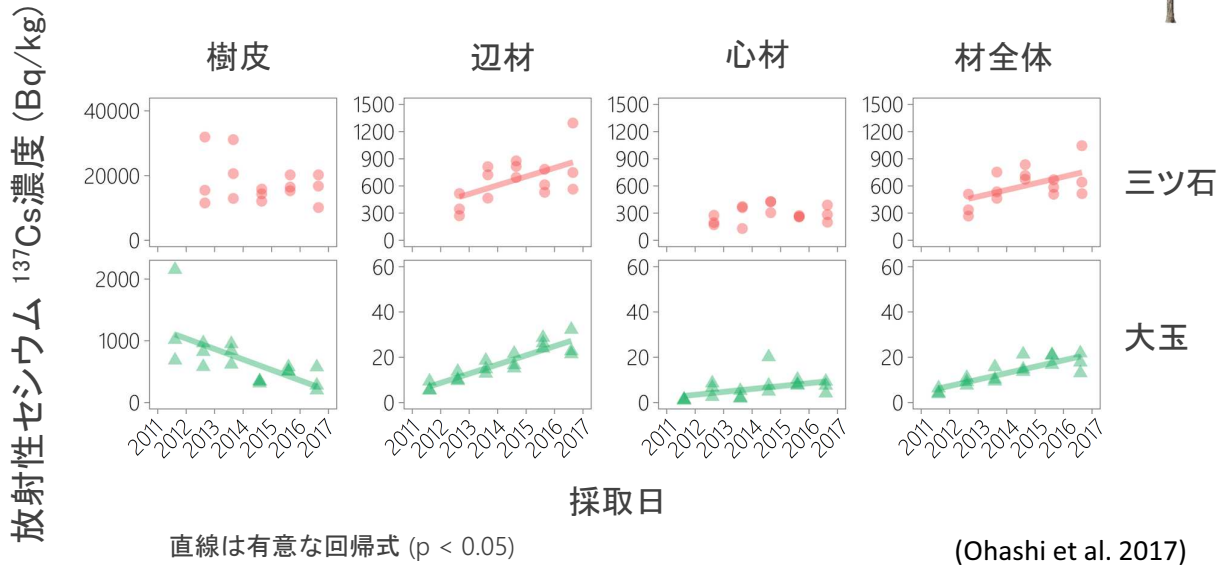
直線は有意な回帰式 ( $p < 0.05$ )

(Ohashi et al. 2017)

# コナラ部位別放射性セシウム濃度の経年変化



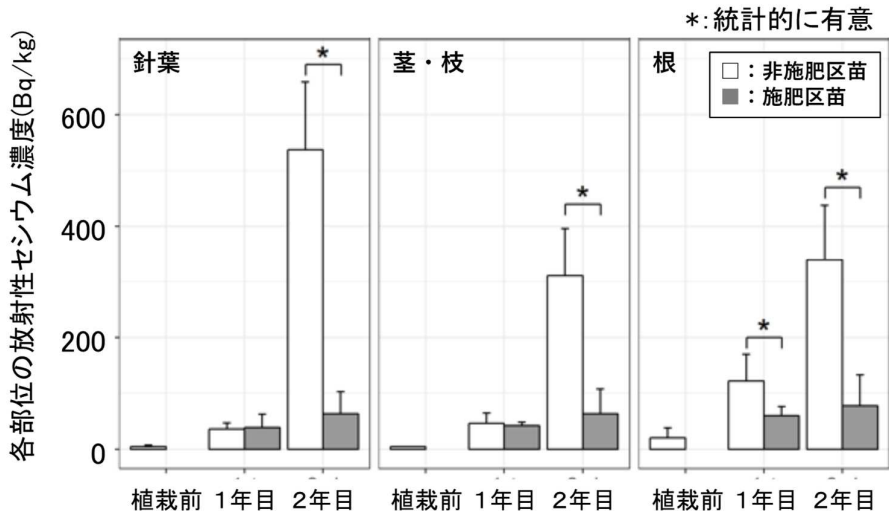
## コナラ



➤ 樹皮は相対的に高いが減少。スギ心材、コナラ辺材は増加傾向。ただし、調査区により異なる。

# ヒノキ植栽地におけるカリウム施肥試験

2年目には、カリウム施肥区の葉・枝・根のすべてで放射性セシウム濃度は低くなった



➤ カリウム施肥は、樹木に対してもセシウム吸収抑制効果がある。

## 小まとめ

### 2) 木材の汚染

樹皮の濃度は相対的に高いが、減少している。  
スギ心材、コナラ辺材で増加傾向が認められる。  
ただし、調査区により変動が大きい。  
土壌中のカリウムがセシウム吸収に影響する。

23



### 3) 野生の山菜の汚染

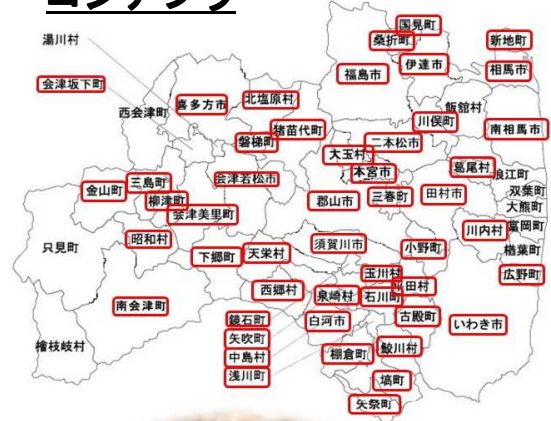
24

# 山菜の出荷制限等の状況(平成30年5月)

## ゼンマイ



## コシアブラ

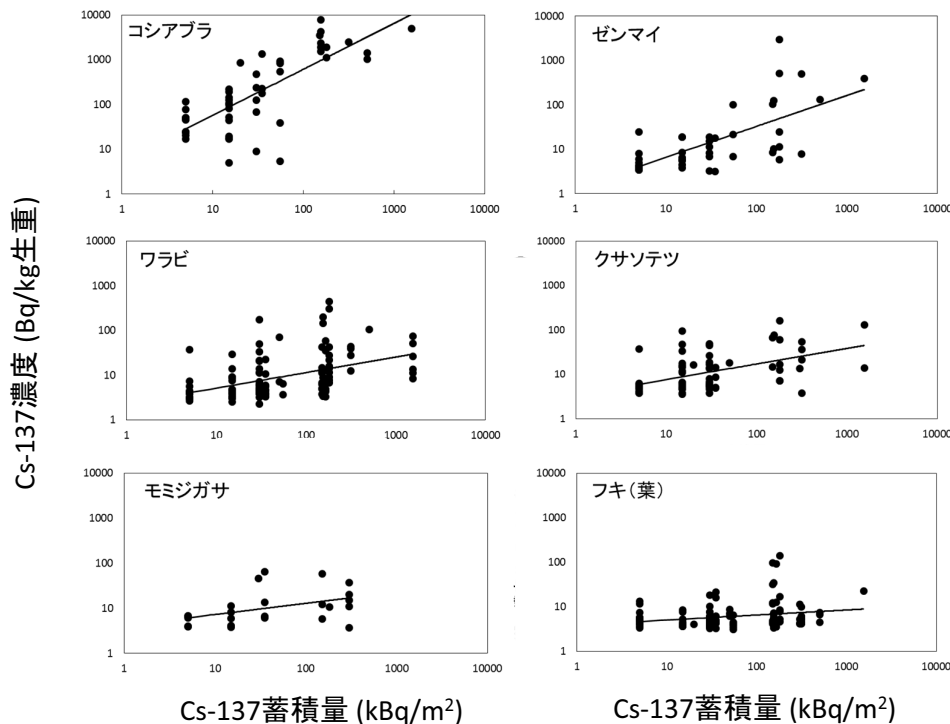


林野庁HP、2018年  
8月30日確認

おもな山菜(野生)・・・ タケノコ、タラノメ、ワラビ、ウド、フキ、コゴミ(クサソテツ)

25

# 山菜の種類による濃度の違い



コシアブラ



クサソテツ(こごみ)



フキ

清野・赤間 (2017)

➤ 種類によって汚染の程度は大きく異なる

26

# 山菜の種類による濃度の違い



岩上のコケに付着根を張るツルアジサイ

- 生活型や生育様式の違いが影響か
  - ・ 樹皮から直接吸収(着生)
  - ・ 深根性で吸収少(カタクリなど)
  - ・ 成長に伴う希釈(フキ)
  - ・ その他、菌類の影響など



スギ樹皮に根を張るイワガラミ



春先以降、葉を広げるフキ

参考：清野・赤間(2017;「水利科学」)

27

## 小まとめ

### 3) 野生の山菜の汚染

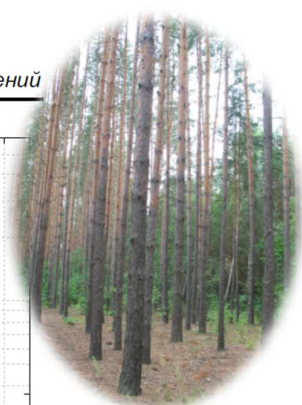
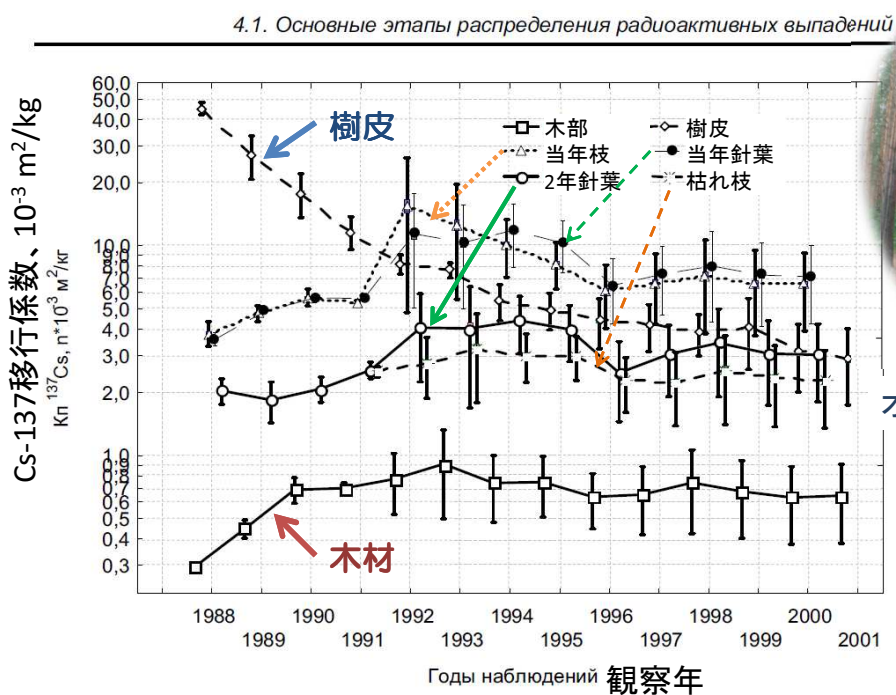
種類によって大きく異なり、  
食品の基準値を上回るものも検出される。

28

## 4) 今後の見通し

29

# チェルノブイリ事故後の樹木汚染の経年変化



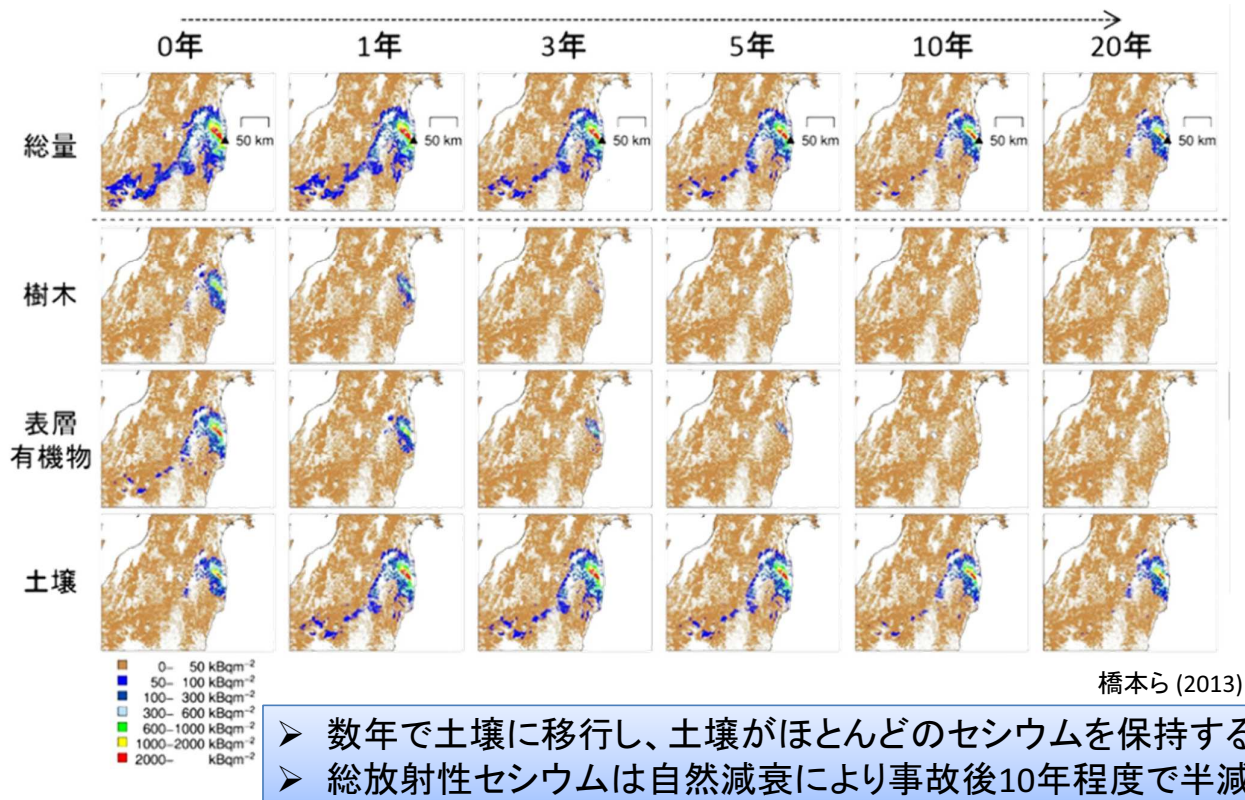
オウシュウアカマツ

事故後数年で平衡状態となった

(Perevolotsky, 2006)

30

# モデルによる放射性セシウムの変動予測



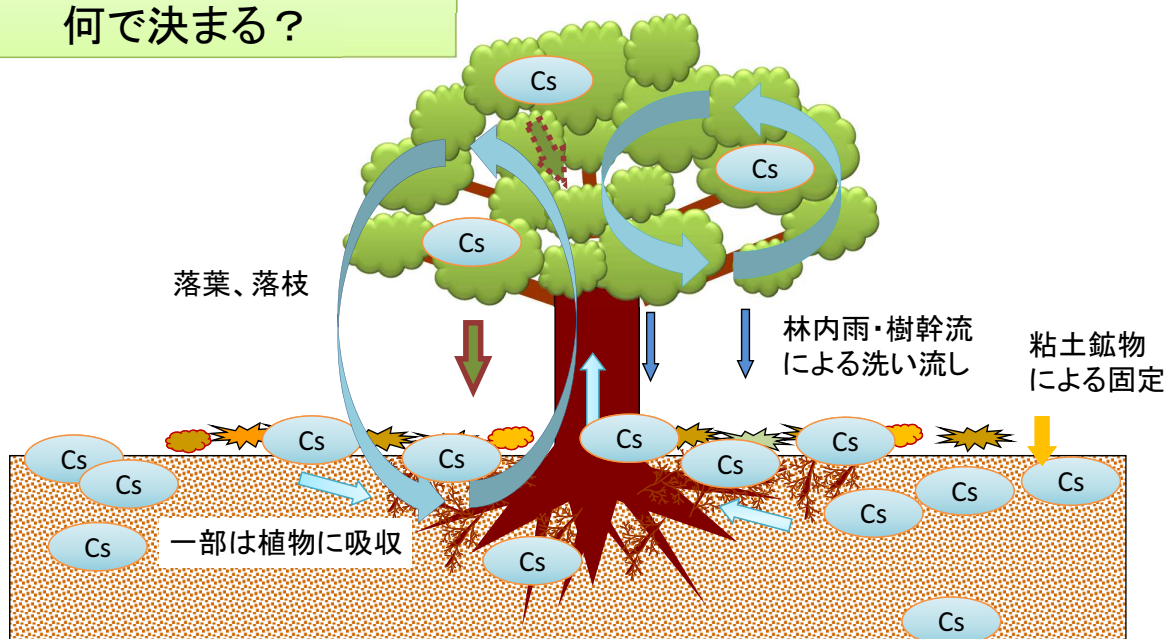
31

# 森林生態系におけるセシウム動態の現状

わずかに循環するセシウム

割合は？  
何で決まる？

土壌の交換性カリウムの影響が大きい



32



## 全体のまとめ

- 1) 空間線量率は、概ね自然減衰に従って低下。  
放射性セシウムは、土壌表層に集積し森林からの流出はわずか。  
放射性セシウムは森林内に長く留まる。
  - 2) そのうちのごく一部が循環し、循環量には土壌の交換性カリウムが影響する可能性が高い。
  - 3) 野生の山菜は種類によって濃度が高いものがあり、影響が長引く可能性がある。
- 森林のモニタリングを継続し、樹木や林産物の将来の濃度予測と対策が今後の課題である。

33

## 「森林と放射能」に関する情報提供

森林総合研究所のホームページに、森林・木材・きのこなど森林にかかわる放射能のポータルサイトを開設しています。

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ffpri.html>

検索 “森林と放射能”

### ピックアップ情報



34

# ご清聴ありがとうございました

今回の結果を取りまとめるにあたり、林野庁、  
林野庁関東森林管理局・森林管理署、福島県  
の方々には、多大なるご協力をいただきました。  
深く感謝申し上げます。

