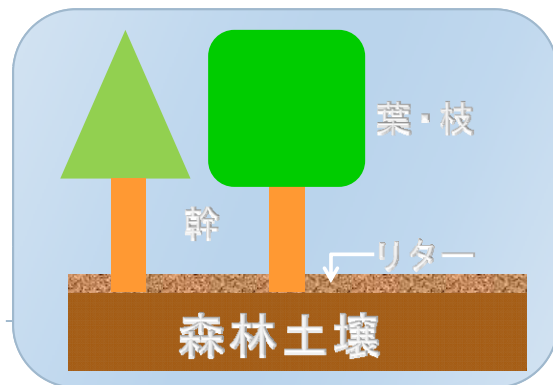


# 福島第一原子力発電所周辺の 高濃度に放射能汚染された森林の 物質量の推定

橋本昌司・鶴川信・南光一樹・志知幸治  
(森林総合研究所 立地環境研究領域)

# 研究の背景と目的

- ▶ 福島第一原子力発電所の周辺から北西方向に、高濃度に汚染された地域が存在する
  - ▶ 例えば、文部科学省：放射線量等分布マップ拡大サイト
- ▶ その地域の主要な土地利用は森林である
- ▶ 農地などと違い、森林には、樹木、リター\*、枯死木、土壌などが存在しており、それらが汚染される



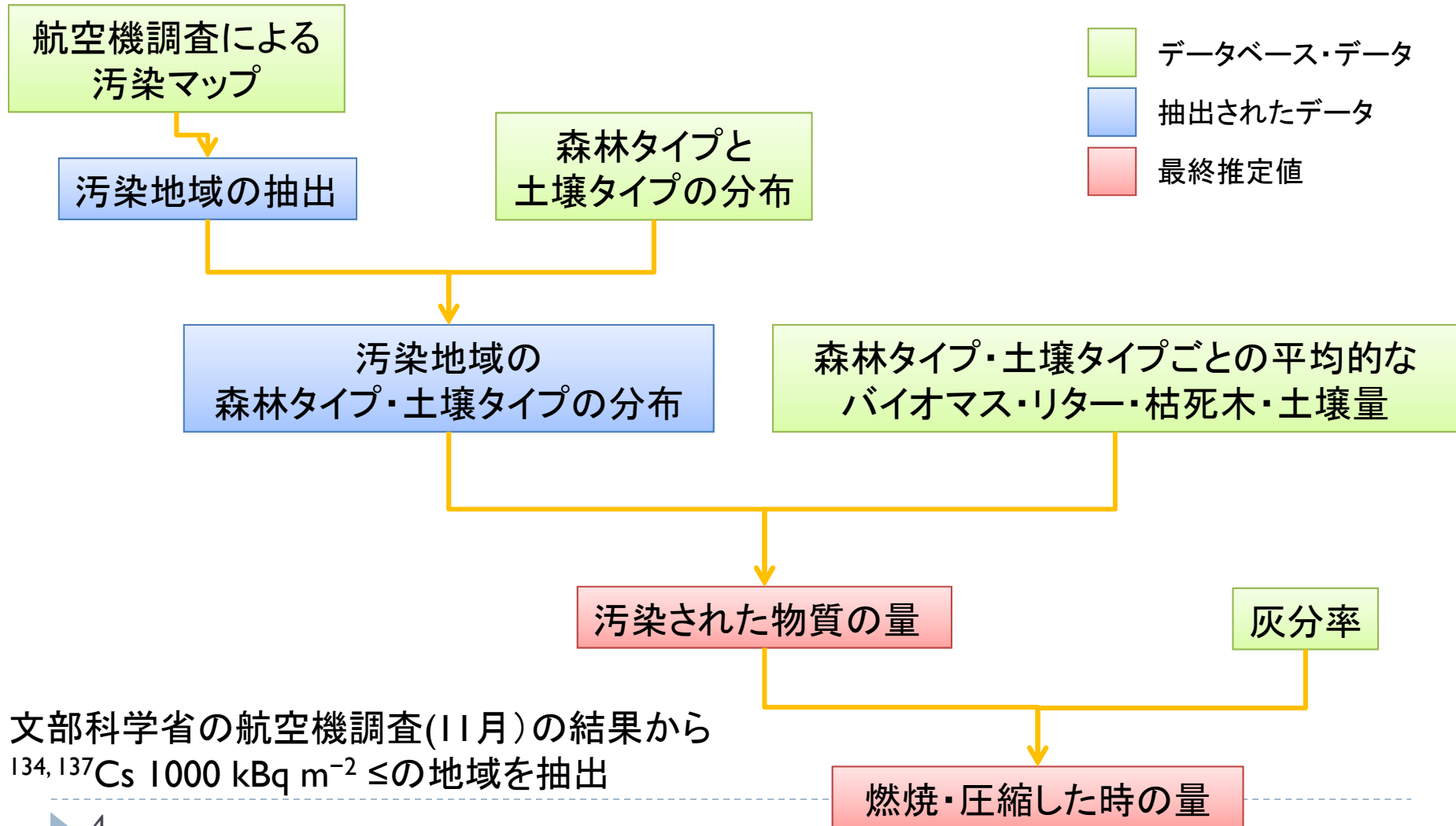
\*リター：森林において、落ち葉や微生物による分解途中の落ち葉など、地表を覆っている有機物層

# 研究の背景と目的

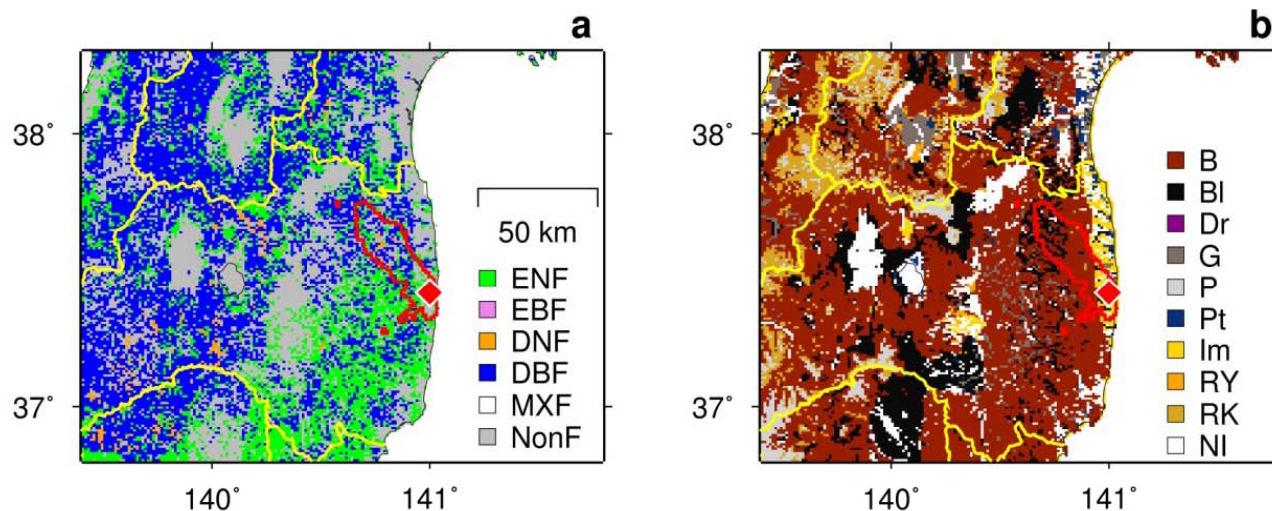
---

- ▶ 森林総合研究所や、文部科学省の調査により、現段階では、ほとんどの汚染物質（セシウム）は樹木の地上部分、リター、土壌（0–5cm深）に存在する
- ▶ 汚染を把握するため、また除染の戦略構築ためには、汚染された物質量を把握する必要がある
- ▶ 本研究では、高濃度に汚染された森林地域の物質（樹木地上部、リター、枯死木、土壌（0–5cm深））の総量を推定した

# 研究の流れ



# 汚染地域の森林タイプと土壌タイプ



森林タイプと土壌タイプの分布

赤線: 対象とした地域  
 菱形: 福島第一原子力発電所

森林タイプ/土壌タイプ	面積 km <sup>2</sup>
森林面積	428
<b>森林タイプ</b>	
落葉広葉樹林 (DBF)	210
常緑針葉樹林 (ENF)	201
落葉針葉樹林 (DNF)	17
<b>土壌タイプ</b>	
褐色森林土 (B)	293
黒色土 (BI)	70
未熟土 (Im)	51
グライ土 (G)	5
岩石地 (RK)	5
その他 (NI)	4

森林428 km<sup>2</sup>  
 (対象地域総面積 646 km<sup>2</sup> の66%)

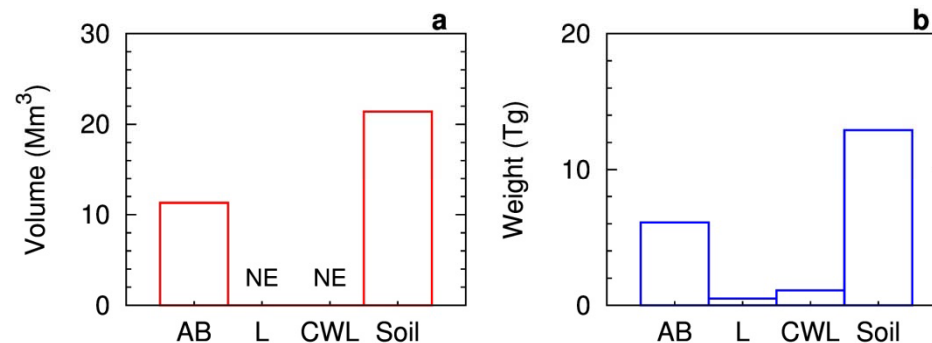
福島の森林の 4%  
 日本の森林の 0.17%  
 国土の 0.11%

# 汚染された森林物質

## 総量

体積: 33 Mm<sup>3</sup>

重量: 21 Tg (乾燥重量)



土壌が多い  
リターは少ない

AB: 地上部樹木バイオマス  
L: リター、CWL: 枯死木リター  
Soil: 土壌

M (メガ): 10<sup>6</sup>  
T (テラ): 10<sup>12</sup>

# 汚染された森林物質質量(内訳)

	森林タイプ・土壌タイプ	体積 M m <sup>3</sup>	重量 Tg
地上部樹木バイオマス	落葉広葉樹林	4.3	3.4
	常緑針葉樹林	6.5	2.5
	落葉針葉樹林	0.5	0.3
	合計	11.3	6.1
リター	落葉広葉樹林	NE*	0.3
	常緑針葉樹林	NE*	0.2
	落葉針葉樹林	NE*	0.0
	合計	NE*	0.5
枯死木	落葉広葉樹林	NE*	0.2
	常緑針葉樹林	NE*	0.9
	落葉針葉樹林	NE*	0.0
	合計	NE*	1.1
土壌	褐色森林土	14.7	8.6
	黒色土	3.5	1.6
	未熟土	2.6	2.3
	グライ土	0.3	0.2
	岩石地	0.3	0.2
	その他	0.2	0.1
	合計	21.4	12.9
合計	合計	32.7	20.7

NE\*: 推定せず

## 焼却・圧縮時の試算

---

- ✓ 文献で報告されている各部位の灰分率と、圧縮時の灰密度を $2\text{Mg}/\text{m}^3$ と仮定すれば
  - ✓ 地上部樹木バイオマス、リター、枯死木は、焼却すれば 0.1 Tgまで減少
  - ✓ さらにその灰を圧縮すれば  $0.07\text{Mm}^3$  まで減少できる
  - ✓ 土壌も圧縮すれば  $6\text{Mm}^3$  まで体積を減らせる



# 考察

---

現時点では、森林総合研究所や文部科学省の報告にあるように

- セシウムはリターに多くとどまっている(とくに落葉広葉樹林)
- 常緑針葉樹林(スギなど)はまだ樹木の葉が多くのセシウムを保持している
- 土壌にはすでに約2割のセシウムが移行している

これらを考慮に入れると

- ✓ 本研究から、除去した際に発生する物質の量の観点からもリターの除去は効率的
- ✓ しかしながら、リターは常に分解(特に夏)されるので、もしリター除去で除染するなら早いほうがよい
  - ✓ 毎年30–40%が分解され土壌へ入る
- ✓ また、針葉樹では今後数年は、汚染された落葉落枝が土壌へ落ちてくるので、継続的な除去が必要
  - ✓ 代表的な針葉樹であるスギの葉の寿命はおよそ5年

# 考察

---

- ✓ 現段階で、樹木・リター・枯死木(すなわち土壌以外)をすべて除去すれば、80%のセシウムが除去できる
- ✓ しかし、大規模な伐採は、生態系の破壊、大規模な浸食・土砂崩壊の可能性がある点を考慮に入れる必要がある
- ✓ 一方、燃焼は発電などの燃料に使える可能性がある
  
- ✓ 森林内でのセシウムの移動、また土地利用間の移動をモニタリングしていく必要がある
  
- ✓ コスト・ベネフィットによっては一部地域の除染をあきらめることも選択肢かもしれない(議論が必要)
  - ✓ (例えばIAEA: Summary Report of the Preliminary Findings of the IAEA Mission on remediation of large contaminated areas off-site the Fukushima Dai-ichi NPP)
  
- 除染戦略の策定(全域を対象にするのか?など)や
- 除染技術の構築・実行には
  - 学際的な研究者・技術者の協力が必要である
  - 素早い意志決定と強いイニシアチブが必要である

---

参考:

- 文部科学省:放射線量等分布マップ拡大サイト
  - <http://ramap.iaea.go.jp/map/>
- 林野庁・森林総合研究所:森林内の放射性物質の分布状況調査結果について
  - [http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/111227\\_2.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/hozen/111227_2.html)
- 文部科学省:文部科学省による放射性物質の分布状況等に関する調査研究(森林内における放射性物質の移行調査)の結果について
  - [http://radioactivity.mext.go.jp/old/ja/distribution\\_map\\_around\\_FukushimaNPP/0002/5600\\_091412.pdf](http://radioactivity.mext.go.jp/old/ja/distribution_map_around_FukushimaNPP/0002/5600_091412.pdf)
- IAEA: Summary Report of the Preliminary Findings of the IAEA Mission on remediation of large contaminated areas off-site the Fukushima Dai-ichi NPP
  - [http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/pre\\_report.pdf](http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/pre_report.pdf)

データソース:

- ▶ Ono, K., Hiradate, S., Morita, S. & Hirai, K. Fate of organic carbon during decomposition of different litter types in Japan. *Biogeochemistry* (in press).
- ▶ Cannell, M. G. R. *World Forest Biomass and Primary Production Data* (Academic Press, London, 1982).
- ▶ Ministry of the Environment: *Japan Integrated Biodiversity Information System-fifth survey* <<http://www.biodic.go.jp/english/J-IBIS.html>> (1998).
- ▶ Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism: *National Land Numerical Information* <<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj-e/index.html>> (2007).
- ▶ Forestry Agency of Japan. *Forest and Forestry Statistics Directory 2011* (Forestry Agency of Japan, Tokyo, 2011) (In Japanese).
- ▶ Forestry Agency of Japan: *Forest Resource Monitoring Survey* [In Japanese] <<http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/monitar/index.html>> (2012).
- ▶ Ministry of the Environment, Japan, Greenhouse Gas Inventory Office of Japan, CGER, NIES: *National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN* <<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-e.html>> (2011).
- ▶ Takahashi, M. *et al.* Carbon stock in litter, deadwood and soil in Japan's forest sector and its comparison with carbon stock in agricultural soils. *Soil Sci. Plant Nutri.* **56**, 19–30 (2010).
- ▶ Hashimoto S., Morishita, T., Sakata, T. & Ishizuka, S. Increasing trends of soil greenhouse gas fluxes in Japanese forests from 1980 to 2009. *Sci. Rep.* **1**, doi:10.1038/srep00116 (2011).
- ▶ Morisada K., Ono, K. & Kanomata, H. Organic carbon stock in forest soils in Japan. *Geoderma* **119**, 21–32 (2004).
- ▶ Forestry and Forest Products Research Institute, Japan. *Handbook for wood processing industry* (Maruzen, Tokyo, 2004) (In Japanese).
- ▶ Ono, K., Miki, K., Amari, M. & Hirai, K. Near-infrared reflectance spectroscopy for the determination of lignin-derived compounds in the decomposed and humified litters of coniferous and deciduous temperate forests in northern Kanto district, central Japan. *Soil Sci. Plant Nutri.* **54**, 188–196 (2008).