文献 ID：13-12-017

1．基本情報

区分	森林	担当者名	和田桂子、古米弘明、尾崎則篤
タイトル（英文）	Inventories of fallout ^{210}Pb and ^{137}Cs radionuclides in moorland and woodland soils around Edinburgh urban area (UK)		
タイトル（和文）	イギリスのエディンバーグ都市域の草地と森林における鉛 210 とセシウム 137 の沈着量		
キーワード	Soil, ^{210}Pb, ^{137}Cs, Moorland, Woodland, Specific activity, Inventory		
著者	Likuku, AS; Branford, D; Fowler, D; Weston, KJ		
文献	JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY, 90, 37-47 (2006)		

（1）対象地域

Fig. 1 は Scotland の Edinburgh 都市域近郊にある試料採取地点を示し、1~5 の番号は試料採取地点を表している。以下に試料採取地点の説明を記す。

(1) The Centre for Ecology and Hydrology (CE), grid reference number NT 245 637

開けた草地を約 80m 横断して 9 サンプルを採取した。サンプルは直径 5.2cm のコア採取器を用いて採取された。各地点（センター内の一つまたは大量のコアが押し出されているような場所）から 2 サンプル採取し、深さ 20cm まで 5cm 刻みで細別され、その後 1 サンプルにまとめられた。林冠を形成するような木々はこの場所にはなかった。

(2) Brustenfield Links golf course situated in Cramond (CR), grid reference NT 194 760

8 サンプル（開けた草地から 4 サンプル、森林地帯から 4 サンプル）が直径 5.2cm のコア採取器を用いて採取された。2 サンプルが各サンプリング地点から採取され、深さ 0－5cm、5－10cm、10－20cm ごとにまとめられた。同じ手順が PE と WL のサンプルにも用いられた。

(3) Lothianburn golf course situated in the southwest of Edinburgh, on the north eastern slopes of the Pentland (PE) hills, grid reference NT 241 668

5 サンプルが森林地帯（末端から 100m 以上の内部）から採取され、また草地（末端から 100m 付近）から 4 サンプルが採取された。

(4) West Linton (WL) golf course situated approximately 24 km southwest of the Edinburgh city centre, grid reference NT 138 525

5 サンプルが落葉性の森林地帯から採取され、4 サンプルが湿地帯から採取された。

(5) Prestonfield (PR) golf course, grid reference NT 378 721

8 サンプルが、直径 10cm のコア採取器を用いて開けた草地から採取された。林冠を形成するような木々はこの場所にはなかった。

採取された土壌サンプルで表層 5cm のものには草やリターが含まれていたが、石や小枝などは除去した。サンプルは現場で分画し，プラスチック容器で密封した。その後，実験室で風乾，ホモジナイズおよび重量を測定した後，ポリエチレン容器に移した。

（2）重要な図表

Fig. 2-4 は CR, PE, WL の森林地帯と草地の両方のサンプルにおける ^{210}Pb と ^{137}Cs の放射能の鉛直プロファイルの結果を表している。^{210}Pb と ^{137}Cs の動態プロファイルには明確な共通点が見られ、0-5cm の土壌において高い濃度が見られ、深さの増加とともに濃度は減少した。WL における放射能の鉛直プロファイルは、森林と比較して草地において高い濃度をしめしたが、草地におけるコアが主に草とミズゴケによって構成されていたという事実が原因として挙げられる。

Table1 は CE, CR, PE, WL, PR の草地と森林地帯における ^{210}Pb と ^{137}Cs の含有量のレンジ，平均および変動係数を表している。5 地点の草地における ^{210}Pb 平均含有量は 2520±270 Bq/m^2 であった。一方、草地における 5 地点の ^{137}Cs 平均含有量は 1310-2100Bq/m^2 のばらつきのある範囲を示し，核実験およびチェルノブイリ原発事故が原因とされている。このばらつきの原因として、チェルノブイリ原発事故による ^{137}Cs の沈着があげられている。森林地帯における ^{210}Pb と ^{137}Cs の平均含有量はそれぞれ 3630±380 Bq/m^2 と 2510±510 Bq/m^2 であり、草地と比較してそれぞれ(44±10)%，(59±23)%高かった。しかし，森林地帯と草地地帯の両方のデータがある CR、PE および WL に関しては ^{210}Pb と ^{137}Cs の平均含有量は(47±7)%もしくは(46±18)%と同程度で高くなっており、樹冠下で起こる補足および沈着を支配するプロセスが影響しているものと示唆された。

総じて，森林地地帯における両核種の含有量が草地地帯のそれより高いのは，乱気流による影響や雨による洗い流し、重力沈着、葉の枯化による沈着があげられている。

Table 1
Mean inventories of excess ^{210}Pb and ^{137}Cs in moorland and woodland soils around the urban area of Edinburgh

	^{210}Pb (Bq m^{-2})		^{137}Cs (Bq m^{-2})		Ratio
	Moorland	Woodland	Moorland	Woodland	^{137}Cs/^{210}Pb
Site: CE [$n=9$] [rainfall = 900 mm y^{-1}; elevation = 180 m asl]					
Range	2290–3690	–	1200–2060	–	
Mean	2970 ± 390	–	1450 ± 270	–	0.5[a]
CoV (%)	(13)		(19)		
Site: CR [$n=4$ (moorland); $n=4$ (woodland)] [rain = 700 mm y^{-1}; elevation = 50 m asl]					
Range	1910–2780	3010–4070	1310–1570	1990–2090	
Mean	2340 ± 360	3640 ± 500	1430 ± 130	2020 ± 50	0.6[a]; 0.6[b]
CoV (%)	(15)	(14)	(9)	(2)	
Site: PE [$n=4$ (moorland); $n=5$ (woodland)] [rain = 850 mm y^{-1}; elevation = 230 m asl]					
Range	2220–2830	2300–3500	1480–2380	2390–3330	
Mean	2460 ± 290	3240 ± 270	2100 ± 440	2920 ± 420	0.9[a]; 0.9[b]
CoV (%)	(12)	(8)	(21)	(14)	
Site: WL [$n=4$ (moorland); $n=5$ (woodland)] [rain = 1000 mm y^{-1}; elevation = 260 m asl]					
Range	2370–2660	3640–4640	1350–2005	1910–3250	
Mean	2570 ± 170	4000 ± 390	1600 ± 280	2580 ± 570	0.6[a]; 0.6[b]
CoV (%)	(6)	(10)	(18)	(22)	
Site: PR [$n=8$] [rain = 700 mm y^{-1}; elevation = 40 m asl]					
Range	1250–3670	–	1130–1440	–	
Mean	2280 ± 750	–	1310 ± 100	–	0.6[a]
CoV (%)	(33)		(7)		
Mean	2520 ± 270	3630 ± 380	1580 ± 310	2510 ± 510	
CoV (%)	(11)	(10)	(20)	(20)	
Enhancement	(47 ± 7)%		(46 ± 18)%		

The values in brackets are a measure of the coefficient of variation, CoV (%). n, the number of cores analysed for each population.
[a] Moorland data.
[b] Woodland data.

2. 提言につながる情報

（1）モニタリングへの活用

^{210}Pb と ^{137}Cs の計測には Canberra HPGe (Be-window) detector が用いられ、NaI (Tl) anti-Compton shield detector も合わせて用いられた。またスペクトル解析には Accuspec, Genie-PC spectroscopy software が用いられ、結果の出力には pc-interfaced multichannel analyser (MCA)が用いられた。

（2）流出挙動・経路

^{210}Pb、^{137}Cs の沈着量と降水量との間の強い相関が報告されている(Baskaran, 1995; Owens et al., 1997; Caillet et al., 2001; Huh and Su, 2004)、という記述が論文中に見られる。

（3）除染の際の留意点

一般的に、土壌深さの増加に対して ^{210}Pb と ^{137}Cs が対数的に減少することは、ほとんどのかく乱されていない土壌においてみられる結果と同様である(He and Walling, 1997; Doering et al., 2006)、という記述が論文中にみられる。このことは除染の際にも有効となりうるかもしれない。

（4）担当者のコメント

森林地帯の放射性物質含有量と草地地帯におけるそれとの比較を示した論文は，森林地帯の多い東北地方の今後の放射性物質の挙動に参考になる情報であると考えられる。特に森林の樹冠が果たす役割は非常に重要な経路になりうる。