

千葉県内の竹林における落葉、土壌、タケ各部位の放射性セシウム存在量と濃度

廣瀬可恵・岩澤勝巳（千葉県農林総合研森林）・遠藤良太（千葉県中部林業）

要旨：千葉県内の竹林における放射性セシウムの分布状況を把握するため、2012年に5箇所の竹林で落葉、土壌及びタケ各部位の放射性セシウム存在量 (Bq/m²) を調査した結果、96%が落葉及び土壌に存在した。タケ各部位の中では古い竹の地上部に多く存在し、地下茎、根及び新竹の地上部には少なかった。また、3箇所の竹林で葉と稈の放射性セシウム濃度 (Bq/kg) を1年生、2年生、3年生及び4年生の竹で調査した結果、葉及び稈ともに竹齢間で統計的な有意差は得られなかった。さらに、1箇所の竹林で2012年と2013年の経年変化を調査した結果、放射性セシウム存在量が最も多い土壌0-5cm層では11%の減少に留まったが、タケ各部位、落葉、土壌5-10cm層、土壌10-20cm層及び土壌20-30cm層では37-69%の減少がみられた。
キーワード：モウソウチク、タケ、放射性セシウム、福島第一原子力発電所、現存量

Abstract: To assess the distribution of radioactive cesium in bamboo groves in Chiba, we studied the abundance of radioactive cesium in litter, soil, and bamboo parts in five bamboo groves. Results show that radioactive cesium was present in 96% of litter and soil. Bamboo parts contained much radioactive cesium in above-ground parts of old bamboo and contained a little in underground stems, roots, and above-ground parts of new bamboo. In addition, we examined concentrations of radioactive cesium in leaves and culms in comparison among different ages: first, second, third and fourth. No significant differences were found among ages. We also assessed aging changes during 2012-2013. Only 11% decreased in the 0-5cm stratum of soil, for which the abundance of radioactive cesium was greatest, but other strata of soil, litter, and bamboo parts were lower 37-69%.

Keywords: *Phyllostachys pubescens*, bamboo, radioactive cesium, Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, biomass

I はじめに

2011年3月の東日本大震災により東京電力福島第一原子力発電所が甚大な被害を受け、大気中に多量の放射性物質(ヨウ素131, セシウム134, 137等)が放出された。この影響で、千葉県内における一部のタケノコから放射性セシウムが検出され、9市で出荷制限となり、その他の地域でも自粛や風評被害が続いている(2013年7月11日現在)(2)。このため、タケノコにおける放射性セシウム濃度の低減が、重要な課題となっている。

タケノコにおける放射性セシウム濃度を低減させるための対策を検討するには、竹林内における放射性セシウムの分布状況と経年変化を把握する必要がある。そこで、①落葉、土壌及びタケ各部位の放射性セシウム存在量(Bq/m²)の把握、②稈及び葉における放射性セシウム濃度(Bq/kg)の竹齢間比較、③放射性セシウム濃度と存在量の経年比較を行ったので報告する。なお、本報告内の竹林及びタケは、モウソウチクを指し、放射性セシウムは、セシウム134及びセシウム137の合計値を指すものとする。

本研究成果は、廣瀬ら(3)に新規調査結果を加えて再構成したものである。

II 調査地と方法

1. 放射性セシウム存在量の把握 千葉県内5箇所の竹林において試料採取時に地上1m及び10cmの空間線量率を、シンチレーション式放射線測定器(クリアパルス株式会社製A2700型)を用いて測定した。測定は30秒おきに3~5回測定し平均値を算出した。なお、地上1mにおける空間線量率の測定値が高かった竹林から順に竹林A, B, C, D及びEとした。

放射性セシウム濃度の分析試料は2012年4月~9月に採取した。各竹林内で、タケ地上部(2011年発生竹から採取した新葉、新枝、新稈、2009年以前に発生した竹から採取した古葉、古枝、古稈)、タケ地下部(地下茎、地下茎から発生した根)、落葉及び土壌(地表から0-5cm層、5-10cm層、10-20cm層、20-30cm層)を採取し、放射性セシウム存在量を比較した。タケ地上部は各竹林から3~4本ずつ採取し、枝葉は上部、中部、下部から3~4本ずつ、稈は上部、中部、下部から50~100cmずつ採取し、混合した。枝

Yoshie HIROSE, Masami Iwasawa, Ryouta Endo (Chiba Pref. Agri. and Forestry Res. Center, Forestry Res. Inst., 1887-1, Haniya, Sammu, Chiba 289-1223)

Radioactive cesium concentrations and abundance in litter, soil, and plant parts in Chiba bamboo groves

葉ははさみで細断し、稈はおが粉製造機で粉末状にした。タケ地下部は各竹林内の3箇所から地下茎を約1mずつ採取し、混合した。地下茎と根ははさみで分離し、それぞれ高压洗浄機で表面の土壌を十分に落とした。風乾後、地下茎はおが粉製造機で粉末状にし、根ははさみで細断した。落葉及び土壌は各竹林内の4箇所から採取し、混合した。採取にあたり、落葉は25cm×25cmの採取枠を、土壌は400cm³の採土円筒を用いた。

放射性セシウム濃度 (Bq/kg) の分析は、2012年4月～2013年9月に一般財団法人千葉県環境財団及び千葉県農林総合研究センター検査業務課において、ゲルマニウム半導体検出器を用いて行った。検査容器は試料の量により2Lマリネリ、B-313、U-8から選択した。

現存量調査は、竹林Eで行った。タケ地上部は竹林密度と重量を、落葉及び土壌は重量を放射性セシウム濃度の分析試料採取時に測定した。タケ地下部は2012年11月14～15日に1m×1mに含まれる地下茎及び根を3箇所から採取し、重量を測定した。各部分ごとに重量の平均値を求め、放射性セシウム濃度 (Bq/kg) から放射性セシウム存在量 (Bq/m²) への換算に用いた。

2. 放射性セシウム濃度の竹齢間比較 放射性セシウム濃度の分析試料を竹林A～Cにおいて2012年11月に採取した。各竹林内で1年生(2012年発生竹)、2年生(2011年発生竹)、3年生(2010年発生竹)、4年生(2009年発生竹)のタケを1本ずつ採取し、葉と稈の放射性セシウム濃度を比較した。葉は枝ごと上部、中部、下部から4～6本ずつ採取し、葉のみを分離し、混合して試料とした。稈は上部、中部、下部から約100cmずつ採取し、混合した。葉ははさみで細断し、稈はおが粉製造機で粉末状にした。

放射性セシウム濃度 (Bq/kg) の分析は、2012年12月に一般財団法人千葉県環境財団において、ゲルマニウム半導体検出器を用いて行った。検査容器は試料の量により2LマリネリまたはB-313を選択した。測定値は、1年生の値を1として割合を算出して比較した。

3. 放射性セシウム濃度と存在量の経年比較 放射性セシウム濃度の分析試料を竹林Eにおいて2012年4月と2013年4月に採取した。両年とも、タケ地上部(葉、枝、稈)、タケ地下部(地下茎、地下茎から発生した根)、落葉及び土壌(地表から0～5cm層、5～10cm層、10～20cm層、20～30cm層)を採取し、放射性セシウム濃度と放射性セシウム存在量を求めた。タケ各部位は生重あたりの放射性セシウム濃度 (Bq/kg・wet) とするため、平均含水率を用いて換算した。なお、採取は、①放射性セシウム存在量の把握と同様の方法で行った。

III 結果と考察

1. 放射性セシウム存在量の把握 各竹林における空間線量率を表-1に示す。竹林D以外の空間線量率は、地上1mより地上10cmの方が高かった。また、竹林Eの3箇所で行った現存量調査の結果を表-2に示す。竹林A～Eにおける放射性セシウム存在量 (Bq/m²) は、落葉、土壌に多く(96%)、その中でも土壌0～5cm層は62%を占め、最も多いことが明らかとなった。タケ各部位のみで比較すると、地上部の古竹が75%を占め、最も多いことが明らかとなった(図-1)。また、この傾向は各竹林の空間線量率の高低に関わらず、5竹林全てに当てはまった(図-2、3)。

2. 放射性セシウム濃度の竹齢間比較 竹林A～Cにおける葉及び稈の放射性セシウム濃度割合を、図-4及び図-5に示す。葉では、濃度割合が2箇所の竹林で1、2年生より3年生で高くなり、稈では、3箇所全ての竹林で2年生が最も高くなったが、濃度で3竹林の平均値について竹齢を要因とする一元配置の分散分析を行ったところ、どちらも統計的な有意差は得られなかった(葉 F(3, 8)=0.99, n. s., 稈 F(3, 8)=2.60, n. s.)。これは、葉では3年生以上、稈では2年生の濃度でばらつきが大きいためと考えられる。放射性セシウムを含む雨(以下、雨)が降った2011年3月時点(1)で、3年生以上のタケでは葉が展開しているため、直接葉に雨が当たっている(図-6)。3年生以上のタケの葉は、降雨から採取日までの間に1回の葉替り(半分の葉が入れ替わる)をしているため、葉替りによる濃度の減少割合に大きな差はないと考えられることから、葉での濃度のばらつきは雨のあたり方によるものと考えられる。一方、2年生のタケは、降雨の年に発生したタケであるため、発生・成長する際に放射性セシウムが含まれる雨を吸収した程度により稈の濃度がばらついていると考えられる。つまり、濃度が高くなるとすれば、葉では3年生以上、稈では2年生と考えられるが、竹齢間の差以上に1本1本のタケが雨の影響を受けた程度がばらつくため、竹齢間での有意差にはつながらなかったと推察される。

3. 放射性セシウム濃度と存在量の経年比較 落葉、土壌及びタケ各部位の放射性セシウム濃度(落葉、土壌は Bq/kg・dry、タケ各部位は Bq/kg・wet)と放射性セシウム存在量 (Bq/m²) の経年変化を図-7及び図-8に示す。また、各部位ごとに測定した含水率の平均値を表-2に示す。2012年4月に最も濃度が高かった落葉では、79%の減少がみられた。一方、2012年4月の存在量が最も多かった土壌0～5cm層では11%の減少に留まった。また、タケ各部位、落葉、土壌5～10cm層、土壌10～20cm層及び土壌20～30cm層では、37～69%の濃度減少がみられた。

この1年間に放射性セシウムが放射性崩壊により減少する割合は、計算上13%である(4)。このため、落葉で減少した放射性セシウムは、現段階では土壌0-5cm層に留まっている可能性が高いと考えられる。

IV おわりに

竹林における放射性セシウムは土壌0-5cm層に多く存在することが分かったが、この層にはタケの細根が多く存在する。タケ内部の放射性セシウム量は減少傾向にあるが、その動向は今後も慎重に追っていく必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、検体の採取では千葉県北部林業事務所、放射性セシウム濃度の分析では一般財団法人千葉県環境財団及び千葉県農林総合研究センター検査業務課の各位にご協力いただいた。この場を借りて厚く御礼申

上げます。

引用文献

- (1) 千葉県環境生活部大気保全課 (2011. 6. 1)
http://www.pref.chiba.lg.jp/taiki/h23touhoku/houshasen/list-kekka-dropping1103.html
- (2) 千葉県農林水産部農林水産政策課 (2013. 7. 11)
http://www.pref.chiba.lg.jp/nousui/shukkaseigen-jishuku-ichiran.html
- (3) 廣瀬可恵ら (2013) 千葉県内の竹林における放射性セシウム濃度—千葉県中部地域の竹林の調査事例— 第124回日本森林学会大会学術講演集: B01
- (4) 東京都環境局
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/policy_others/radiation/about/hangenki.html

表-1. 各竹林における空間線量率
Table 1. Ambient dose rate in the experimental bamboo grove

調査地	空間線量率 (μSv/h)	
	地上1m	地上10cm
竹林A	0.165	0.192
竹林B	0.154	0.207
竹林C	0.143	0.173
竹林D	0.088	0.088
竹林E	0.059	0.074

表-2. 各部分の現存量と含水率の平均値
Table 2. Average abundance of radioactive cesium and water contents in bamboo parts

部分	現存量 (kg/m ² ·dry)	含水率(%)			
		平均値	標準偏差		
葉	1年生(新葉)	0.05	58.0	6.49	
	2年生	—	57.5	0.77	
	3年生(古葉)	0.56	50.8	4.11	
	4年生以上	—	53.9	4.63	
枝	1年生(新枝)	0.42	46.7	6.03	
	3年生(古枝)	1.46	38.8	3.46	
	稈	1年生(新稈)	1.33	65.2	5.68
		2年生	—	59.4	2.94
3年生(古稈)		5.45	57.0	3.75	
4年生以上		—	55.3	4.73	
地下茎	1.04	59.6	6.36		
地下茎に付いた根	0.66	53.2	6.05		
落葉	1.16	—	—		
土壌0-5cm層	28.32	—	—		
土壌5-10cm層	29.82	—	—		
土壌10-20cm層	72.01	—	—		
土壌20-30cm層	72.76	—	—		

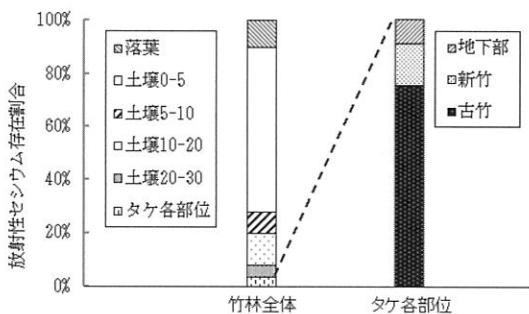


図-1. 放射性セシウムの存在割合
Fig. 1. Rates of radioactive cesium abundance

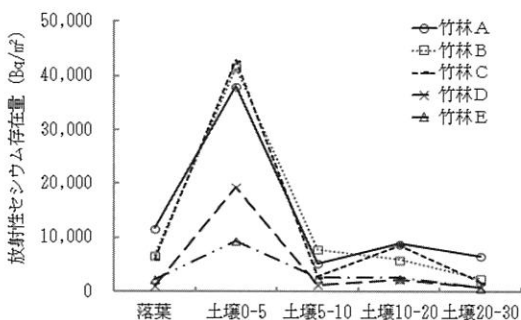


図-2. 各竹林における落葉、土壌の放射性セシウム存在量
Fig. 2. Radioactive cesium abundance in each bamboo grove's litter and soil

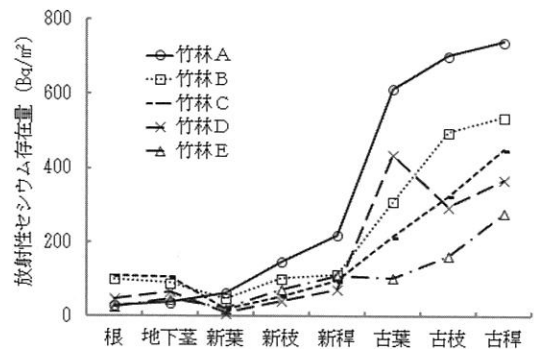


図-3. 各竹林におけるタケ各部位の放射性セシウム存在量
Fig. 3. Radioactive cesium abundance in each bamboo part

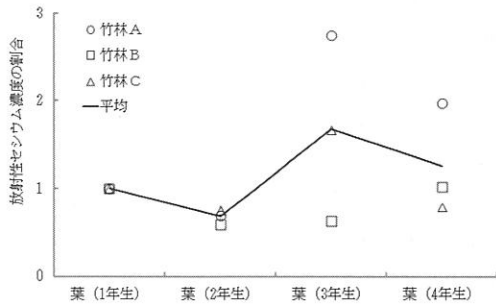


図-4. 各竹齢における葉の放射性セシウム濃度割合

Fig. 4. Radioactive cesium concentrations in bamboo leaves of different ages

注) 各竹林で1年生を1とした場合の割合を表示
 Note) Rates used to convert first-year concentration to 1

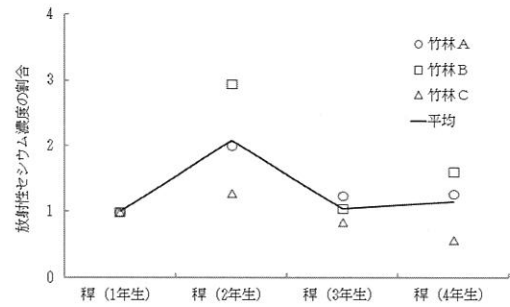


図-5. 各竹齢における稈の放射性セシウム濃度割合

Fig. 5. Radioactive cesium concentrations in bamboo culms of different ages

注) 各竹林で1年生を1とした場合の割合を表示
 Note) Rates used to convert first-year concentration to 1

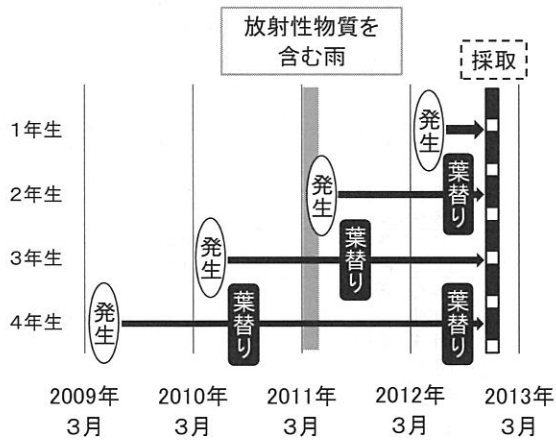


図-6. 竹齢と葉替り及び放射性セシウムを含む降雨との関係

Fig. 6. Relation between bamboo age, leaf fall, and rain containing radioactive cesium

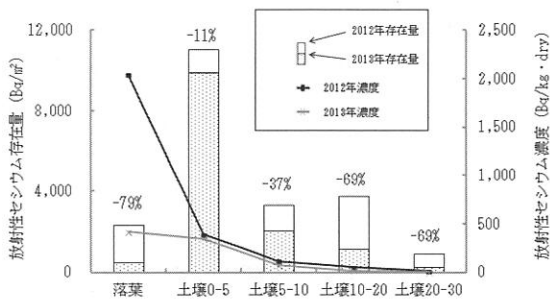


図-7. 落葉、土壌における放射性セシウムの経年変化

Fig. 7. Radioactive cesium's aging changes in litter and soil

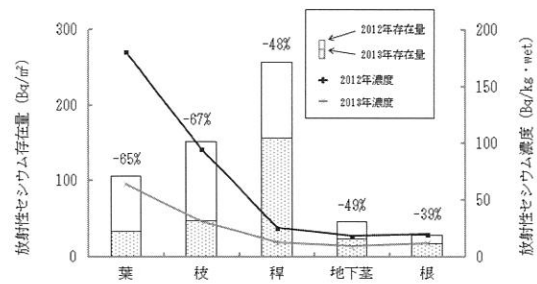


図-8. タケ各部位における放射性セシウムの経年変化

Fig. 8. Radioactive cesium's aging changes in bamboo parts