

丸太・製材品における放射性物質の汚染実態の把握および対策

村上 香 小川秀樹 伊藤博久 熊田 淳*

目 次

要 旨	-----	1
I はじめに	-----	2
II 丸太における表面線量の低減方法	-----	2
1 試験体および試験方法		
2 結果および考察		
III 製材品における表面線量の低減方法	-----	4
1 試験体および試験方法		
2 結果および考察		
IV 遮蔽体によるバックグランド値の低減効果	-----	7
1 試験方法		
2 結果および考察		
V 表面線量と放射性セシウム濃度の相関	-----	8
1 試験体および試験方法		
2 結果および考察		
VI おわりに	-----	9
VII 参考文献	-----	10

要 旨

県産木材への風評被害の防止や安心な県産木材の供給を図ることを目的として、丸太・製材品における放射性物質の除去方法の検討、鉛を用いた遮蔽体によるバックグランド値の低減効果の検討、表面線量率と放射性セシウム濃度との相関の確認を行った。その結果、事故以前から屋外で保管していたスギ丸太は樹皮を剥離することにより表面線量率を 99.2 %、屋外保管してあったスギ正角材は表面を切削することにより 90.6 %低減することができた。また、GM 管式サーベイメータの検出器を下向きに設置する遮蔽体（下向き遮蔽体）、上向きに設置する遮蔽体（上向き遮蔽体）のバックグランド値を測定したところ、屋内において、下向き遮蔽体地上 90cm・上向き遮蔽体地上 90cm および 20cm で最も低いバックグランド値 58cpm となり、検出下限値は 50cpm となった。放射性セシウム濃度は、NaI シンチレーションスペクトロメータのシールド内で測定した表面線量率に対してほぼ直線的に増加し、表面線量率と放射性セシウム濃度とは相関が認められた ($y = 39.903x +$

受付日 平成 26 年 3 月 11 日

受理日 平成 26 年 5 月 1 日

*現県南農林事務所

課題名 製材品における放射性物質の汚染実態の把握および対策

(国庫課題 平成 23 ～ 24 年度)

743.88 $R^2 = 0.905$)。本測定条件による表面線量率の検出下限値は 38cpm であった。

キーワード：丸太、製材品、表面線量率、バックグラウンド値、放射性セシウム濃度

I はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質の拡散・降下による木材の汚染状況について調査した。併せて丸太・製材品における放射性物質の除去方法の検討を行った。

また、現在出荷されている県産材の安全性の確認は、表面線量率測定により行われているところである。そこで、より精度と確度の高い有効な数値を得るため、鉛を用いた遮蔽体によるバックグラウンド値の低減効果について検討し、検出下限値を求めた。さらに、木材における GM 管式サーベイメータによる表面線量と放射性セシウム濃度との相関について確認した。

II 丸太における表面線量の低減方法

1 試験体および試験方法

(1) 試験体

郡山市安積町の当センター内において、事故以前から屋外で保管していた丸太（以下、屋外保管材）スギ 1 本、事故後当センター内で立木を伐採した丸太（以下、事故後伐採材）スギ 5 本・アカマツ 5 本・コナラ 4 本を試験に供した。試験体の伐採時期、伐採時空間線量率、保管場所については表-1 のとおりである。

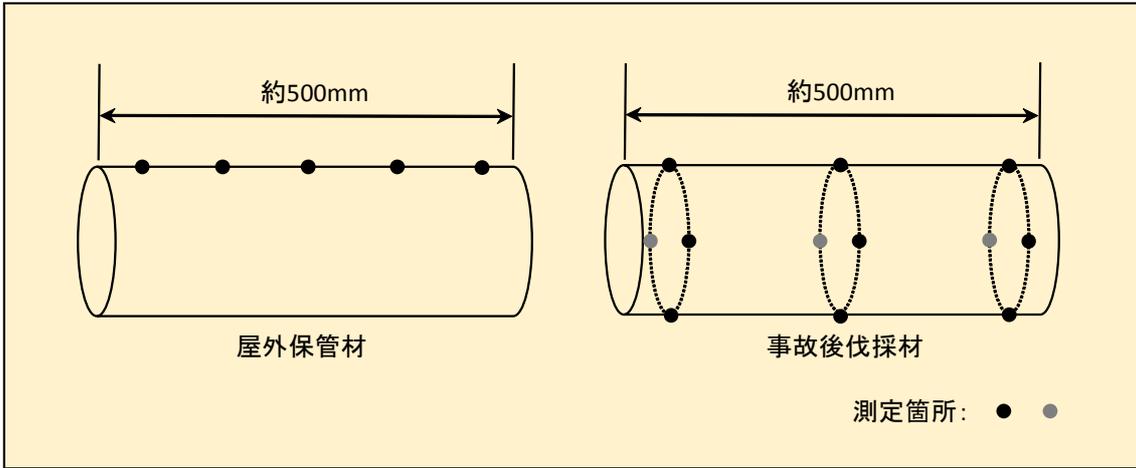
表-1 試験体の伐採時期等

区分	樹種	伐採時期	伐採時空間線量率	保管場所
屋外保管材	スギ	2011年3月11日以前	—	屋外
	スギ	2011年8月3日	0.86 ~ 1.14 μ Sv/h	屋内
事故後伐採材	アカマツ	2011年9月15日	0.90 ~ 1.18 μ Sv/h	屋内
	コナラ	2011年10月11日	1.14 ~ 1.37 μ Sv/h	屋内

(2) 表面線量低減のための作業工程と表面線量率の測定

「JIS Z 4504 放射性表面汚染の測定方法- β 線放出核種及び α 線放出核種」に定める直接測定法に準じ、GM 管式サーベイメータ（日立アロカメディカル製 TGS-146）を用いて、処理前、コンプレッサーによる約 5 分間のブロー後、鉋による樹皮剥離後の各工程毎に表面線量率を測定した。

屋外保管材は 1 試験体につき任意の 1 方向を 5 箇所、事故後伐採材は 1 試験体につき 12 箇所測定を行い、その平均を測定値とした（図-1）。試験体測定の時定数は 10、測定時間は 30 秒とし、試験体と検出器との距離は約 5 mm とした。バックグラウンド測定の時定数は 30、測定時間は 90 秒とし、屋外保管材は試験体測定中 5 回、スギ・アカマツの事故後伐採材は試験体測定前後と測定中、コナラの事故後伐採材は試験体測定前にそれぞれ 3 回連続で指示値を読み取り、その平均をバックグラウンド値とした。

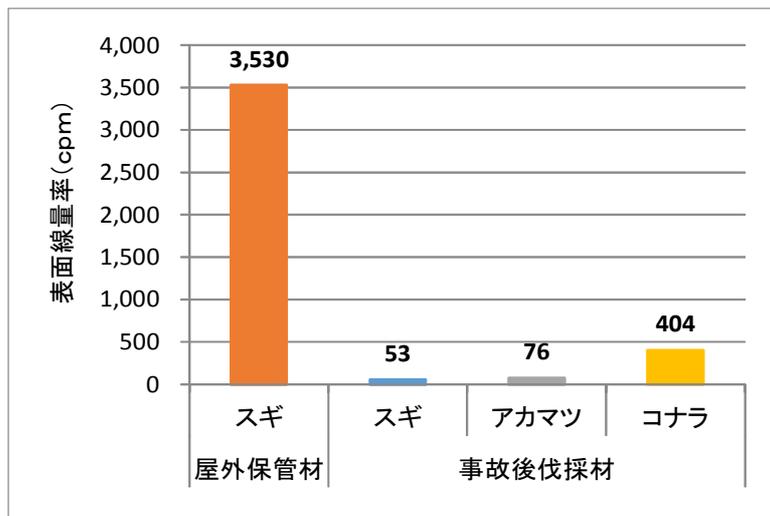


図－１ 屋外保管材および事故後伐採材の測定箇所

2 結果および考察

丸太の伐採時期・保管場所別表面線量率の結果を図－２に示す。スギの屋外保管材の表面線量率は 3,530cpm、スギの事故後伐採材は 53cpm となった。スギ屋外保管材は上部に遮断するものがなく、ほぼ横にした状態で保管していたことから表面線量率が高く、スギ事故後伐採材は事故当時立木として存在していたことから、枝葉や近隣立木の遮蔽により放射性物質が直接付着することが少なく、また、その後も樹幹流により放射性物質が降下するなどしたことから、表面線量率が低くなったものと考えられる。

スギの屋外保管材および事故後伐採材の工程毎の表面線量率の結果を図－３、４に示す。スギの屋外保管材の表面線量率は、樹皮を剥ぐことにより 3,530cpm から 29cpm と 99.2% 低減でき、スギの事故後伐採材の表面線量率は、樹皮を剥ぐことにより 53cpm から 5cpm と 90.6% 低減できた。このことにより、事故以前から屋外に保管していたスギ丸太や、8 月時点で $1 \mu\text{Sv/h}$ 前後の空間線量率の林分から伐り出したスギ丸太に関しては、樹皮を剥離することにより効果的に放射性物質を除去することができると思われる。



図－２ 丸太の伐採時期・保管場所別表面線量率

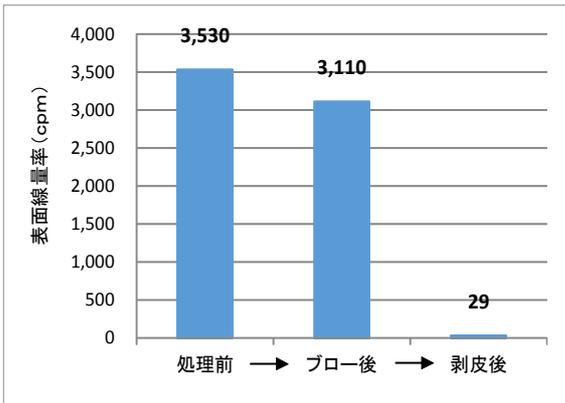


図-3 スギ屋外保管材の
工程毎の表面線量率

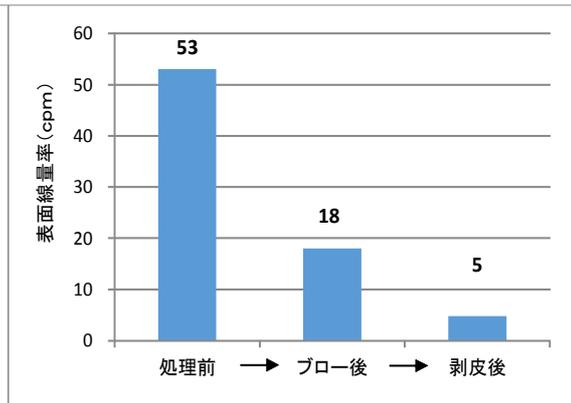


図-4 スギ事故後伐採材の
工程毎の表面線量率

Ⅲ 製材品における表面線量の低減方法

1 試験体および試験方法

(1) 試験体

当センター内に事故以前から、屋外保管してあったスギ正角材 (100 × 100 × 2000mm) 1本、軒下に保管してあったスギ平角材 (240 × 125 × 4000mm) 1本、屋内に保管してあったスギ平角材 (240 × 125 × 4000mm) 1本を試験に供した (図-5)。軒下保管のスギ平角材、屋内保管のスギ平角材は、棧積みおよび平積みになっていたロットより最上列の材を試験に供した。



(屋外・正角材)

(軒下・平角材)

(屋内・平角材)

図-5 スギ正角材・平角材の保管状況

(2) 表面線量率の測定と表面線量低減のための作業工程

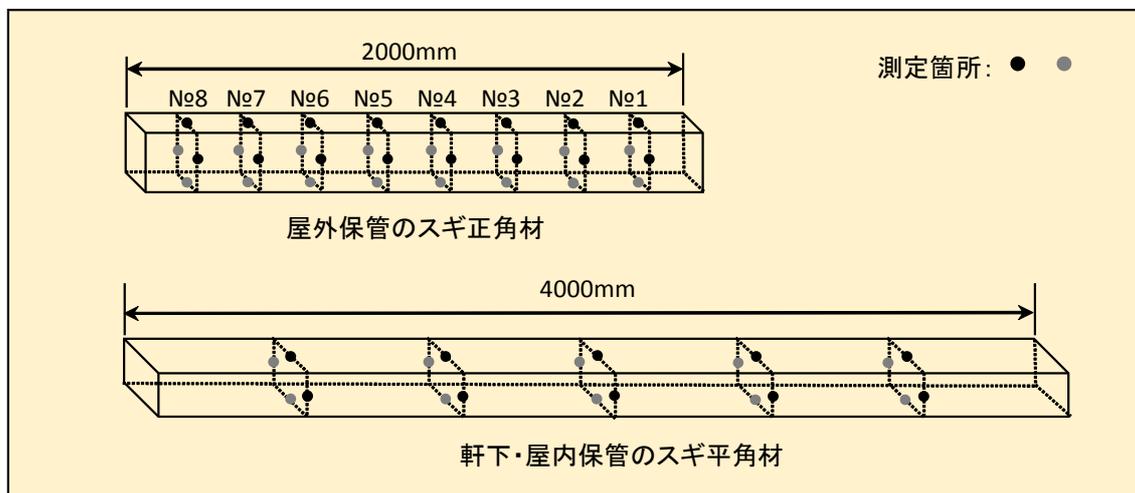
Ⅱ-1-(2)と同様に「JIS Z 4504 放射性表面汚染の測定方法-β線放出核種及びα線放出核種」に定める直接測定法に準じ、GM管式サーベイメータ (日立アロカメディカル製 TGS-146) を用いて表面線量率の測定を行った。

屋外保管のスギ正角材は小口2面を除く4面において各8箇所、軒下・屋内に保管してあったスギ平角材の上・下面において各5箇所測定を行い、その平均を測定値とした (図-6)。

試験体測定の時定数は10、測定時間は30秒とし、試験体と検出器との距離は約5mm

とした。バックグラウンド測定の時定数は 30、測定時間は 90 秒とし、屋外保管のスギ正角材は測定前後それぞれ 3 回連続で指示値を読み取り、軒下・屋内に保管してあったスギ平角材は試験体測定の前後と測定中 3 回行い、その平均をバックグラウンド値とした。

屋外保管のスギ正角材に関しては、各箇所測定後、上面をプレーナーにより切削し、設定した切削厚毎に表面線量率を測定した。



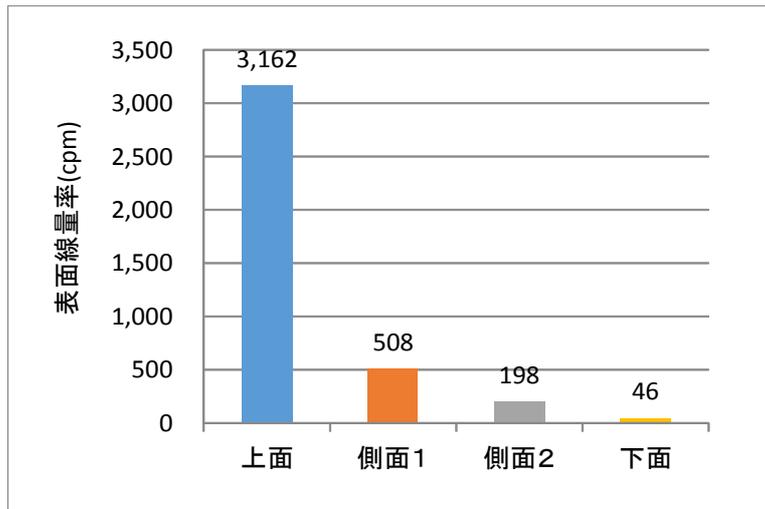
図－6 屋外保管のスギ正角材、軒下・屋外保管のスギ平角材の測定箇所

2 結果および考察

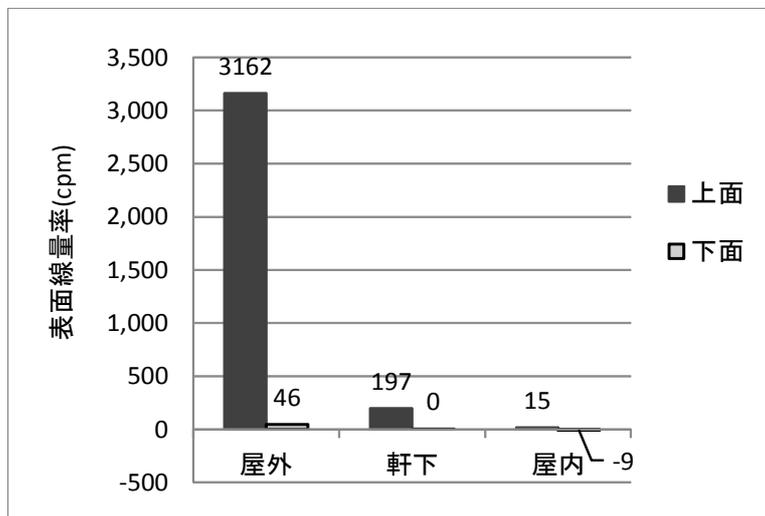
屋外保管のスギ正角材 4 面の表面線量率の結果および製材品の保管場所別表面線量率の結果を図－7、8 に示す。屋外保管のスギ正角材 4 面の表面線量率を測定したところ、上面 3,162cpm、下面 46cpm となり、上面の表面線量率は下面に比べ、68.7 倍高い値を示した。また、屋外保管のスギ正角材上面と屋内保管のスギ平角材上面の表面線量率を比較したところ、屋外保管のスギ正角材上面は屋内保管のスギ平角材上面に比べ、210.8 倍高い値を示した。

スギ正角材の切削厚毎の表面線量率の結果を図－9 に示す。プレーナーによる切削を行ったところ、プレーナーの切削厚の設定値 0.5mm で切削したところ 3,162cpm から 62cpm と、98.0 % 低減することが確認できた。

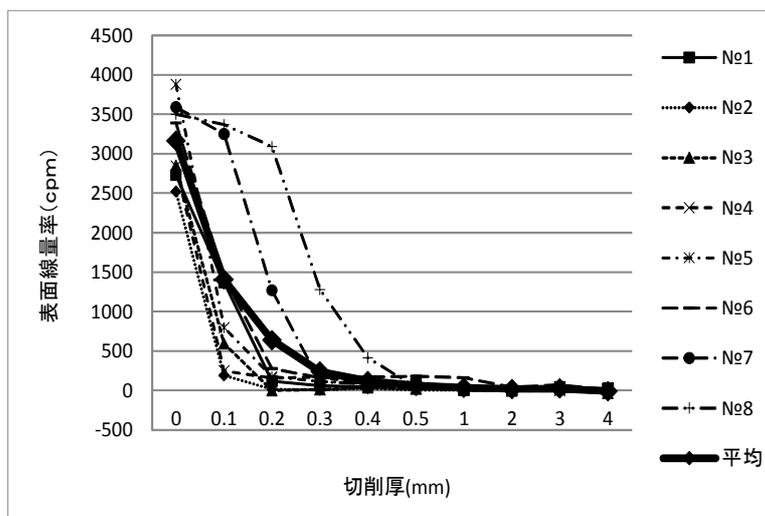
事故以前から屋外に保管してあった製材品は、上面の表面線量率が 3,162cpm と高い数値を示したが、これは表面に放射性物質が付着していることによるものと考えられることから、製材品は表面を切削することにより、表面線量率を大幅に低減できると考える。



図一七 屋外保管のスギ正角材4面の表面線量率



図一八 製材品の保管場所別表面線量率



図一九 スギ正角材の切削厚毎の表面線量率

IV 遮蔽体によるバックグランド値の低減効果

1 試験方法

II-1-(2)と同様に「JIS Z 4504 放射性表面汚染の測定方法-β線放出核種及びα線放出核種」に定める直接測定法に準じ、GM 管式サーベイメータ（日立アロカメディカル製 TGS-146）を用いた。時定数は 30、測定時間は 90 秒とし、5 回連続で指示値を読み取り、その平均をバックグランド値とした。

遮蔽体は、マコー(株)提供による鉛コリメータを用いて、GM 管式サーベイメータの検出器を下向きに設置した場合(下向き遮蔽体：図-10)と上向きに設置した場合(上向き遮蔽体：図-11)の2方向とした。林業研究センターの屋内・屋外、それぞれ地上 90cm・20cm のバックグランド値を測定した。

検出下限値は「JIS Z 4329 放射性表面汚染サーベイメータ」に準じ、下記算出方法により算出した。

$$R_n = (1.645 + 1.645) \sqrt{R_o \left(\frac{1}{t_o} + \frac{1}{t_b} \right)}$$

R_o : バックグランド値

t_o : 測定時間 (測定時の時定数)

t_b : バックグランド計測時間

(バックグランド計測時の時定数)



図-10 下向き遮蔽体



図-11 上向き遮蔽体

2 結果および考察

遮蔽体による遮蔽効果（屋内・屋外、地上 90cm・20cm 別）の結果を図-12～15 に示す。本試験では、屋内において、下向き遮蔽体・地上 20cm 以外のバックグランド値は 58cpm と最も低い値を示し、その際の検出下限値は 50cpm となった。

また、同条件下では、上向き遮蔽体で測定したバックグランド値は下向き遮蔽体と比べ、同等もしくは低い値を示した。

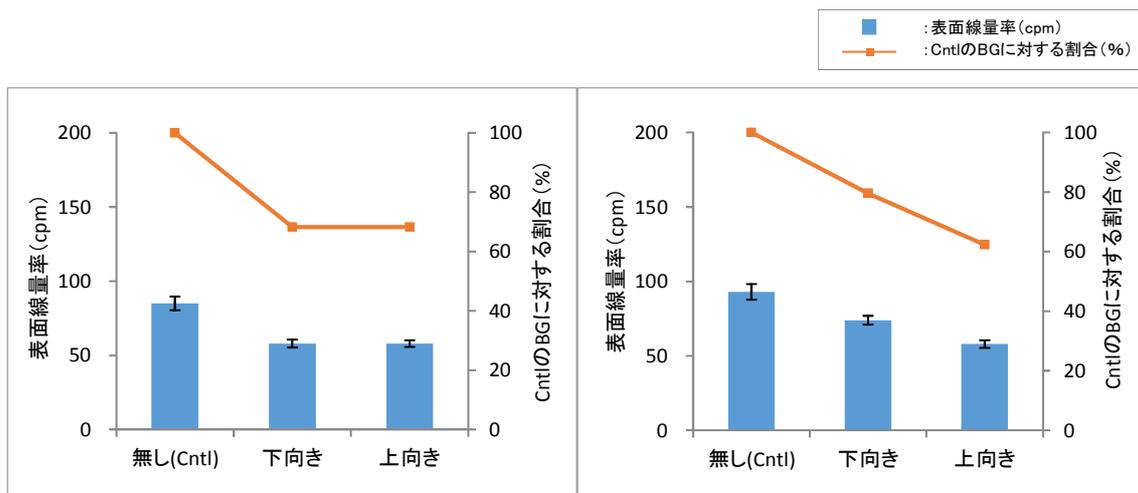


図-12 遮蔽体による遮蔽効果
屋内/地上90cm

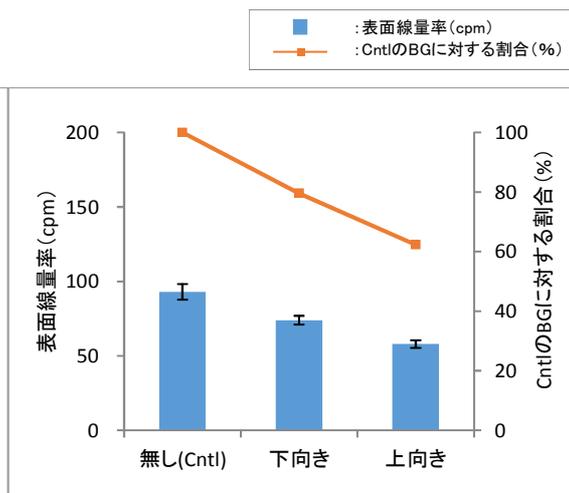


図-13 遮蔽体による遮蔽効果
屋内/地上20cm

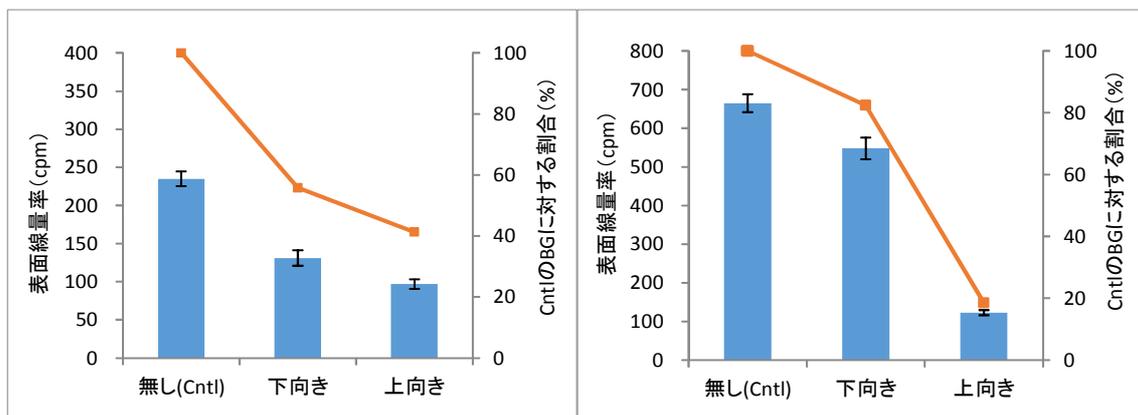


図-14 遮蔽体による遮蔽効果
屋外/地上90cm

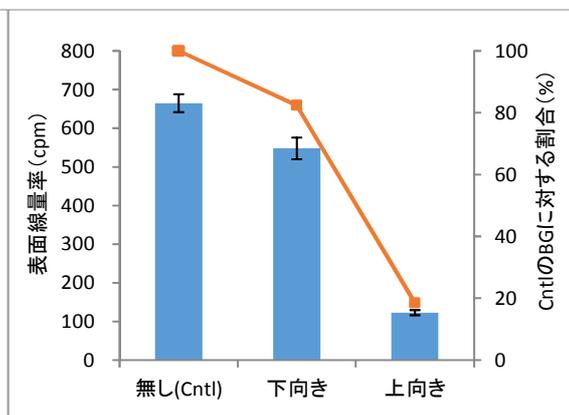


図-15 遮蔽体による遮蔽効果
屋外/地上20cm

V 外部汚染の製材品における表面線量の低減方法

1 試験体および試験方法

(1) 試験体

計画的避難区域および林業活動実施区域から採取した6本の丸太から、85 × 85 × 70mmの木片を25個作製した。

(2) NaIシンチレーションスペクトロメータによる放射性セシウム濃度の測定

試験体をビニール袋、さらに900ccのポリエチレン容器に入れ、NaIシンチレーションスペクトロメータ(EMF211型ガンマ線スペクトロメータ)により測定時間15分でCs134、Cs137の濃度を測定した。

(3) GM管式サーベイメータによる表面線量率の測定

II-1-(2)と同様に「JIS Z 4504 放射性表面汚染の測定方法-β線放出核種及びα線放出核種」に定める直接測定法に準じ、GM管式サーベイメータ(日立アロカメディカ

ル製 TGS-146) を用いた。試験体測定の時定数は 30、測定時間は 90 秒とし、1 試験体につき 5 回連続で指示値を読み取り、その平均を測定値とした。バックグラウンド測定の時定数は 30、測定時間は 90 秒、試験体測定前後と測定中 10 回測定し、その平均をバックグラウンド値とした。

試験体をビニール袋に入れ、NaI シンチレーションスペクトロメータの鉛シールド内にて測定を行った。検出下限値は「JIS Z 4329 放射性表面汚染サーベイメータ」による算出方法により算出した。

2 結果および考察

表面線量率と放射性セシウム濃度の結果を図-16 に示す。放射性セシウム濃度は、表面線量率に対して直線的に増加し、表面線量率と放射性セシウム濃度とは相関が認められた ($y = 39.903x + 743.88$ $R^2 = 0.905$)。NaI シンチレーションスペクトロメータのシールド内でのバックグラウンド値は、34cpm であり、JIS Z 4329 に示された算出法により算出された検出下限値は 38cpm であった。

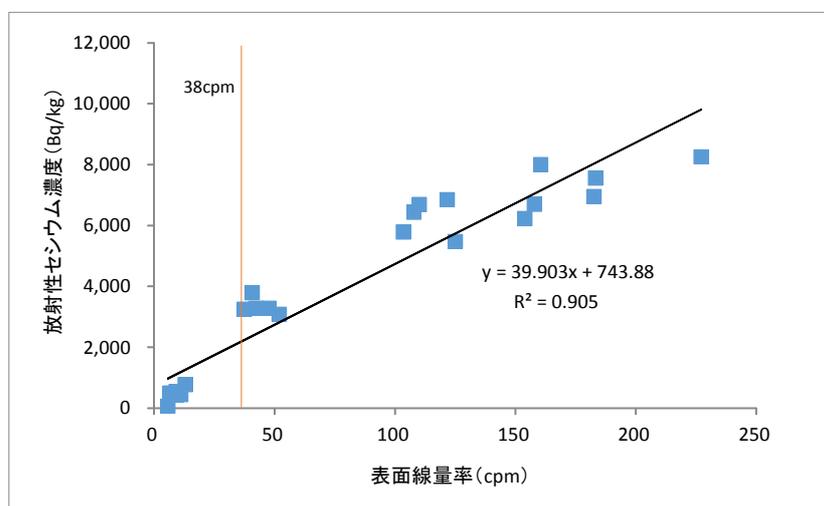


図-16 表面線量率と放射性セシウム濃度

VI おわりに

丸太・製材品における放射性物質の除去方法の検討を行ったところ、事故以前から屋外に保管していたスギ丸太や、2011年8～10月で1 μSv/h 前後の空間線量率の林分から伐り出したスギ・アカマツ・コナラ丸太に関しては樹皮を剥離することにより、事故以前から屋外に保管していた製材品は表面を切削することにより、表面線量率を大幅に低減することができた。

また、鉛を用いた遮蔽体によるバックグラウンド値の低減効果について検討し、検出下限値を求めたところ、空間線量率の高い場所で GM 管式サーベイメータを用いた表面線量率測定において、鉛遮蔽体を用いることにより信頼できる測定値の下限の目安が得られた。さらに、木材における GM 管式サーベイメータによる表面線量率と放射性セシウム濃度との相関について確認したところ、表面線量率から放射性セシウム濃度を推定する目安となる関係式が得られた。ただし、木材の表面線量率測定において、一定レベル以下の放射性物質汚

染を測定する場合は検出下限値を下げる必要があることから、遮蔽体を用いた測定や室内での測定により、バックグラウンド値を下げる必要がある。また、試験体の寸法が異なれば同じ表面線量率が検出されたとしてもその放射性セシウム濃度は異なるなど、試験条件により関係式も異なってくることから、各々の条件で表面線量率と放射性セシウム濃度との相関を確認する必要がある。

なお、本研究を進めるにあたり、ご指導いただきました首都大学東京 吉田博久先生、遮蔽体によるバックグラウンド値の低減効果において資材の提供にご協力をいただきましたマコー株式会社に厚く御礼申し上げます。

VII 参考文献

- 1) 亀谷宏美ら (2011) NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータによる穀物試料の放射性セシウム測定. 日本食品化学工学会誌 58 (9) : 464-469
- 2) 上本道久 (2010) 検出限界と定量下限の考え方. ぶんせき (日本分析化学会) (5) : 216-221