

研究資料

スギ木片の乾燥処理による放射性セシウム汚染の低減効果

村上 香* 小川 秀樹 伊藤 博久** 熊田 淳***

目 次

要 旨	
I はじめに	2
II 乾燥処理別試験	
1 中温乾燥試験	2
(1) 試験方法	2
(2) 結果および考察	3
2 真空乾燥試験	4
(1) 試験方法	4
(2) 結果および考察	5
III オートラジオグラフィーによる乾燥処理スギ木片における放射性物質の材内分布	6
1 試験方法	6
2 結果および考察	6
IV おわりに	7
V 参考文献	7

要 旨

木材に含まれる放射性セシウム137の乾燥処理による低減方法について検討した。試験は65℃乾燥（以下中温乾燥）処理および真空乾燥処理の2つの方法で行った。中温乾燥試験は試料を恒温恒湿器を用いて65℃で乾燥させたのち、表面を約5mm切削して切削部分および材内部に分け、各々に含まれるセシウム137濃度を測定した。真空乾燥試験は中温乾燥試験と同様に調整した試料を50℃、気圧-0.1～-0.096MPaに設定した木材真空熱処理装置を用いて乾燥させ、中温乾燥試験と同様に処理および測定を行った。その結果、中温乾燥試験における表面切削部のセシウム137濃度は、平均30.2%増加した。一方、真空乾燥試験では表面切削部のセシウム137濃度は試料ごとに異なる結果となった。オートラジオグラフィーによる画像解析の結果、乾燥させたスギ木片では放射性物質が木口面に集中的に分布していることが確認された。以上の結果から、中温乾燥処理によりセシウム

受付日 平成27年3月6日

受理日 平成29年3月13日

* 元林業研究センター

** 現相双農林事務所

*** 現県中農林事務所

課題名 製材品における放射性物質の低減方法の検討（県単課題 平成25～26年度）

137が材表面へ移動することが明らかになった。

キーワード：放射性セシウム、スギ

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により県内の森林が汚染された。それにより、県内各地の森林で生産される木材の多くが放射性物質により汚染され、利用にも影響を及ぼしている。木材の放射性物質による汚染については、利用の制限等の規定は定められていないが、消費者への放射性物質濃度の低い木材の供給は、消費者の求める安全・安心にとって重要な課題といえる。本試験においては、木材の放射性物質の低減について、田中らによる木材乾燥処理により材内に含ませた水溶性の安定セシウム（以下水溶性セシウム）が材内部から材表面部分へ移動するとの報告^{1), 2), 3)}を参考にして、放射性物質の低減について検討した。

II 乾燥処理別試験

木材を乾燥処理することにより、水溶性セシウムが材内部から材表面部分へ移動するとの報告^{1), 2), 3)}を踏まえ、汚染された木材の乾燥方法の違いによるセシウム137の低減効果について検討した。

1 中温乾燥試験

中温乾燥試験については、木材を65℃で乾燥させることにより材内のセシウム137を材表面部へ移動させ、セシウム137濃度を低減させる方法について検討した。

(1) 試験方法

① 試料の調製

試料は2011年11月に県内の居住制限区域で、伐採・玉切り・集積されたスギ丸太から長さ約500mmの丸太を3本採取し、試料を調製した。試料は、図-1に示すように含水率測定用、乾燥区、対象区の3試料を調製した。乾燥区、対象区の試料の大きさは放射性セシウム測定用の容器の大きさを考慮して85(R)×85(T)×70(L)mmを標準とした。また、含水率測定用の試料については85(R)×85(T)×30(L)mmを標準とした。試料は材表面からの水分の蒸散を防止するため調製後速やかにストレッチフィルムを用いてラッピング処理した。

② 乾燥及び切削処理

乾燥区の試料の乾燥は、田中ら¹⁾の乾燥条件を参考に、恒温恒湿器（株式会社いすゞ製作所 HPAD-120-25）を用いて、温度65℃、湿度32%で各試料の含水率が約20%になるまで乾燥を継続した。なお、初期含水率は含水率測定試料より求めた。

乾燥処理後、各試料の表面6面を手のこで厚さ約5mmに切削し材内部と材表面の放射性物質を測定するための試料を調製した（図-2）。対象区は乾燥せず、同様の方法で試料を調製した。

③ セシウム濃度の測定

ア 材内部

試料はラッピングした状態で、測定用の900ccのポリエチレン製容器に入れ、NaI

シンチレーションスペクトロメーター（EMF社 EMF211型ガンマ線スペクトロメーター）で15分間測定し、セシウム137の濃度を測定した。測定結果は湿重あたりのセシウム137濃度を含水率により補正し、全乾重量値におけるkg当たりのセシウム137濃度を求めた。

イ 表面切削部

②で調整した表面試料を剪定ばさみで2mm角程度に粉碎し、試料を全乾（105℃で24時間）した後に、測定用の20mlバイアル容器に充填しγカウンタ（PerkinElmer社製 2480WIZARD²オートガンマカウンター）を用いて30分間測定し、セシウム137の濃度を測定した。

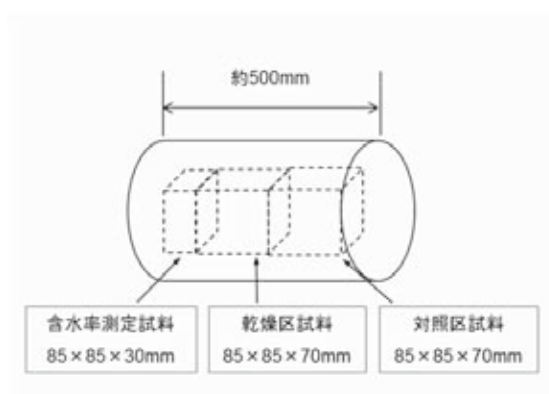


図-1 中温乾燥試験用試料の調製方法



図-2 表面切削後の試料

(2) 結果および考察

中温乾燥試験による表面切削部および材内部の対象区と乾燥区のセシウム137濃度を表-1、表-2に示す。表面切削部のセシウム137の濃度は18.7%~39.8%増加し平均では30.2%の増加となった。一方、材内部については、3.2%~11.7%減少し平均では8.2%の減少になった。この結果は、田中ら¹⁾の結果と同様の結果を示している。すなわちセシウム137は、乾燥処理により材内部の水分と共に移動し、材内部から材表面部へ移動したことがうかがえる。

表-1 中温乾燥試験の表面切削部におけるセシウム137濃度

No.	対照区 Bq/kg	乾燥区 Bq/kg	増減率 %
65°C-1	3577.4	4247.0	18.7
65°C-2	3065.8	4284.9	39.8
65°C-3	584.8	772.7	32.1
平均	2409.3	3101.5	30.2

表-2 中温乾燥試験の材内部におけるセシウム137濃度

No.	対照区 Bq/kg	乾燥区 Bq/kg	増減率 %
65°C-1	5572.1	5394.6	-3.2
65°C-2	5691.5	5022.9	-11.7
65°C-3	882.3	796.7	-9.7
平均	4048.6	3738.0	-8.2

2 真空乾燥試験

(1) 試験方法

真空乾燥試験においては、木材を減圧状態で乾燥させ材内部の水分を速やかに材表面に移動させることにより効率的にセシウムを移動させることを想定して試験を行った。

① 試料の調製

試料は2013年5月に県内の居住制限区域から、1本のスギ立木を伐採し、長さ約500mmの丸太を3本採取し、試料を調製した。試料は、図-3に示すように含水率測定用、乾燥区、対象区、含水率測定区の4試料を調製した。本試験では、含水率測定試料を丸太の両端2箇所から採取しているが、これは含水率測定値の精度を上げるためである。乾燥区、対象区の試料の大きさはセシウム測定用の容器の大きさを考慮して85(R)×85(T)×70(L)mmを標準とした。また、含水率測定用の試料については85(R)×85(T)×30(L)mmを標準とした。試料は材表面からの水分の蒸散を防止するため調製後速やかにストレッチフィルムを用いてラッピング処理した。

② 乾燥及び切削処理

乾燥区の試料は、木材真空熱処理装置（株式会社いすゞ製作所 SSVKH-25PSX）により、設定温度50℃、気圧-0.1~-0.096MPaで試料の含水率が約20%になるまで乾燥を継続した。なお、初期含水率は含水率測定試料より求めた。

乾燥処理後、各試料の表面6面を手のこで厚さ約5mmに切削し材内部と材表面の放射性物質を測定するための試料を調製した（図-4）。対象区は乾燥せず、同様の方法で試料を調整した。

③ セシウム濃度の測定

ア 材内部

II 1(1)③アと同様の方法で行った。

イ 表面切削部

II 1(1)③イと同様の方法で行った。

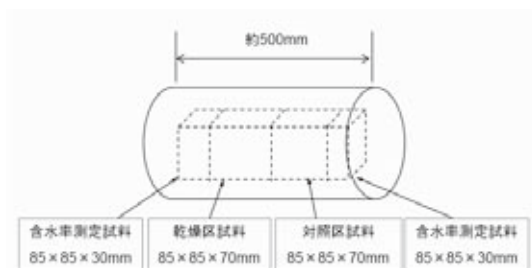


図-3 真空乾燥処理用試料の調製方法

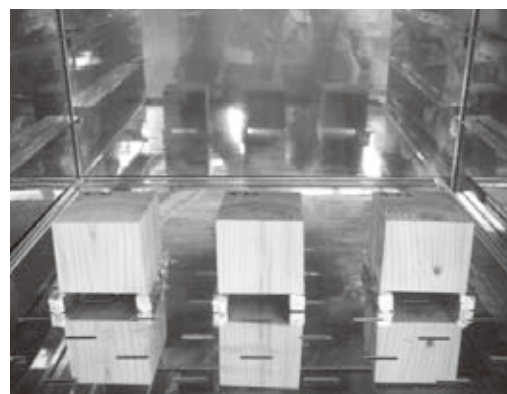


図-4 真空乾燥処理試料の設置状況

(2) 結果および考察

真空乾燥試験による表面切削部および材内部の対象区と乾燥区のセシウム137濃度を表-3、表-4に示す。材表面においては、3.7%減少した区があるが、54.5%増加した区もみられた。材内部については、39.6%減少した区があるが、27.7%増加した区もあった。真空乾燥試験においては材表面、材内部ともに乾燥によるセシウム137濃度の増減は一定しない結果となった。一方、中温乾燥では材内部でセシウム137濃度が減少し、材表面部でセシウム137濃度が増加する傾向がみられた。これらのことから、乾燥方法の違いによりセシウム137の材表面部への移動が影響されることが示唆される。この要因として、中温乾燥においては材内部の水分が材表面に緩やかに移動することにより乾燥が促されるのに対して、真空乾燥では材内部の水分が材内部で気化し、材内外の圧力差により水分の移動が起こる。水分の移動とともにセシウム137が移動すると考えた場合、材内部で水分が気化したことにより水分とともにセシウム137が移動することができず、材内部にセシウム137が取り残された可能性も考えられる。

表-3 真空乾燥試験の表面切削部におけるセシウム濃度

No.	対照区 Bq/kg	乾燥区 Bq/kg	増減率 %
真空-1	1786.3	1720.0	-3.7
真空-2	1538.3	2111.6	37.3
真空-3	1425.7	2202.1	54.5
平均	1583.4	2011.2	29.3

表-4 真空乾燥試験の材内部におけるセシウム濃度

No.	対照区 Bq/kg	乾燥区 Bq/kg	増減率 %
真空-1	2539.1	1533.6	-39.6
真空-2	1702.0	1546.9	-9.1
真空-3	2045.2	2612.5	27.7
平均	2095.4	1897.7	-7.0

Ⅲ オートラジオグラフィーによる乾燥処理スギ木片における放射性物質の材内分布

1 試験方法

オートラジオグラフィーは放射性物質から放出される放射線を画像化する処理で、本試験においては、イメージングプレート（以下IPとする）を用いて画像化処理を行った。IPは装置に放射線エネルギーを吸収させた後、装置にレーザー光を照射することにより放射線エネルギーが蛍光を発する物質を塗布したプラスチック板で検出する二次元放射線分布検出器である。

2011年11月に居住制限区域から伐採・玉切りしたスギ丸太から85(R)×85(T)×70(L)mmの試料を3体調製した。試料は小型乾燥器により105℃で全乾状態になるまで乾燥させ、繊維方向に二分割した(図-5)。試料はラッピング処理した後



図-5 IP画像用試料

オートラジオグラフィーによる画像処理を行った。試料は断面がIPに接するように設定し約43時間曝写した。曝写後イメージングサイトメーター（GEヘルスケア・ジャパン株式会社 Typhoon FLA7000）により画像の取り込みを行った。

2 結果および考察

乾燥処理したスギ試験片のIP画像を図-6に示す。いずれの試験片も、木口面が濃く表示され、放射性物質の濃度が高くなっていることが示されている。すなわち、Ⅱの試験結果において、材表面のセシウムの濃度が高くなったことを裏付ける結果となった。これらの結果は田中ら^{1), 2)}の結果とも一致しており、乾燥処理により放射性物質が移動することがIP画像からも裏付けられた。

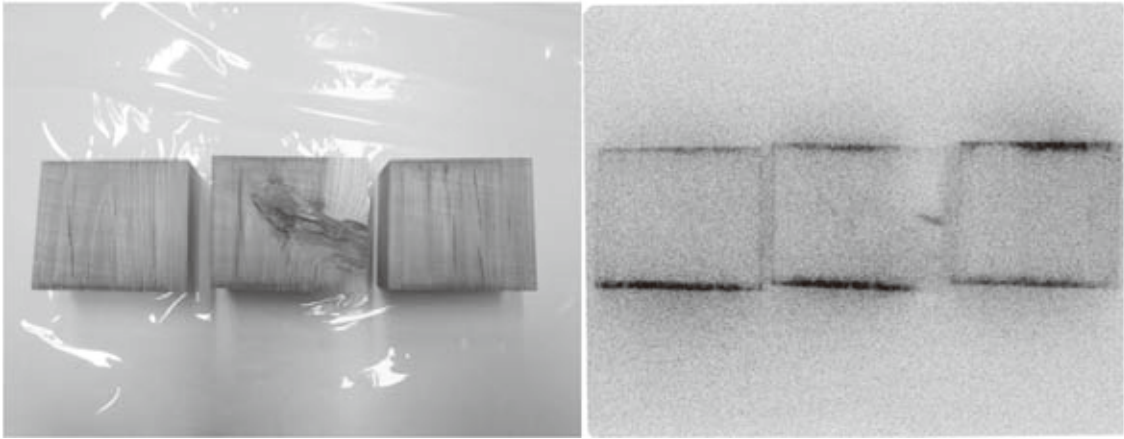


図-6 乾燥処理を行ったスギ木片の写真(左)・IP画像(右)

IV おわりに

今回の試験結果から、乾燥処理により木材中のセシウムが水分と共に材内を移動することが示唆された。特に中温乾燥においては、材表面にセシウムが集中する傾向がみられ、これらの結果は、より安全・安心な木材を供給するうえで今後の技術開発の参考になると考えられる。一方、今回の試験結果は、試験片を用いた一事例であり、実用に供するには今後実大材等を考慮した試験が必要といえる。

本研究を進めるにあたり、試験方法等について多くの助言・指導をいただいた静岡大学大学院農学研究科の田中孝氏、秋田県立大学木材高度加工研究所の川井安生氏、首都大学東京大学院都市環境科学研究科の吉田博久氏に厚く御礼申し上げます。

V 参考文献

- 1) 田中 孝・川井安生 (2012) 木材に含まれる水溶性セシウムの乾燥過程における表面蓄積現象の観察. 第30回記念日本木材加工技術協会年次大会講演・研究発表要旨集: 77-78
- 2) 田中孝・村上香・小川秀樹ら (2013) スギ辺材に含まれる水溶性セシウムの乾燥に伴う表面蓄積現象に及ぼす乾燥温度の影響. 第63回日本木材学会大会研究発表要旨集 (CD-ROM)
- 3) Takashi Tanaka, Yasuo Kawai (2013) Migration of cesium chloride dissolved in the liquid water of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) during drying at 65 °C , *Holzforschung* Volume 68 Issue 5:591-597