

針葉樹薪材の乾燥と品質

小澤雅之

Quality of Dried Softwood Firewood Masayuki OZAWA

Summary : To evaluate the use of thinned hinoki (*Chamaecyparis obtusa* Endl.) and sugi (*Cryptomeria japonica* D.Don) as firewood, samples of wood were dried naturally for 1 or 2 years in roofed and unroofed locations and regularly weighed. Regardless of the presence or absence of a roof, the mass of both species had decreased markedly by 120 days from the start date of drying, but did not decrease much after that. Subsequently, wood dried for 1 or 2 years was used as fuel. There was no difference in the quality of the firewood dried for 1 or 2 years. Both ignited and generated warmth. The ash content was low. Therefore, hinoki and sugi can be used as firewood if dried sufficiently.

要旨：ヒノキおよびスギの間伐材を薪として利用するため、天然乾燥を1年および2年間行った。屋根があるところと、屋根がないところで天然乾燥させ、定期的に質量を測定した。その結果、両樹種とも屋根の有無に関わらず、乾燥開始から120日までに著しく質量が減少するが、その後はあまり質量が減少しないことが認められた。その後、1年および2年間乾燥させた針葉樹薪材を実際に薪ストーブユーザに使ってもらったところ、薪として1年乾燥させたものと2年乾燥させたものでは差異はないが、ともに火持ちがして暖かく、灰量は少なかったとの回答が寄せられた。従って、ヒノキやスギでも十分に乾燥させれば薪として利用することができると思われる。

1 はじめに

木材は太古から人類が暖を取るときの重要な熱源の一つであり、18世紀初頭のイギリスでは製鉄業の熱源(永田1981)として利用されるなど、長期にわたり様々な場面で幅広く使われてきた歴史がある。しかし、我が国では戦後のエネルギー革命により、薪や木炭などは効率が悪いとされ、無煙化の流れと共に電気やガスなどへと代替された。平成29年度林業白書によると我が国における薪の生産量は、昭和50年には21.2万 m^3 だったものが、平成28年には5.2万 m^3 へと減少している。しかし、昨今の地球温暖化問題など環境への関心の高まりから、再生可能エネルギーの一つとしてバイオマスエネルギーの利用が増加し、木屑をペレット状に圧密加工して燃料として使うペレットストーブが住宅等に暖房器具として設置されるようになってきた。このようなペレットストーブの普及に伴い、薪ス

トーブも新たなバイオマスエネルギーとして利用が増え、薪を宅配する新しいサービス(原島2013)も行われている。しかし、薪を適切な方法で燃焼させないと、木材が不完全燃焼を起こした場合、煙突から有害な一酸化炭素を含んだガスが放出され、近隣に煙害を引き起こす危険性がある。これまで大気の汚染防止を進めてきた方向とは逆の方向へ進んでしまっただけでは、再生可能エネルギーを導入する意義に疑問符がつくことになるであろう。これを防止するには、予め薪としての品質を確保する必要があり、特に薪の含水率が燃焼に著しく影響を及ぼすため、その管理は重要となる。また、薪材として広葉樹の人気は高く、針葉樹の薪材は敬遠される傾向があるが、人工林は圧倒的に針葉樹が多く、ここで発生する端材や小径木、間伐材などが、用材以外で利用されれば、より森林整備等を行うことが可能になる。そこで、人工林間伐等で発生する針葉樹材を薪材としての用途拡大を目指し、針葉樹薪材の乾燥期間と品質との関係につ

いて検討した。

2 実験方法

2.1 薪材の製造

人工林の間伐施業地(山梨県甲府市)で伐木されたヒノキおよびスギ間伐材について、伐採後すぐに製材工場へ搬入し、チェーンソーにて長さ30cm程度の丸太状に切削した。その後、薪割り機を用いて適度な大きさに薪割りをした。薪を市販されている網袋へ無作為に15本程度詰め、そのうち2本は質量を測定した後、印をつけその後の質量測定用とした。これらは2年間天然乾燥させる薪群として取り扱った。この約1年後に同様に薪の製造を行い、1年間天然乾燥させる薪群として取り扱った。

2.2 乾燥試験方法

網袋に詰めた薪を、簀の子の上に「田」の字状に樹幹方向を揃えて4袋並べ、それを1層とした。次にその層の上に樹幹方向を90度直交させ「田」の字状に網袋を配列させた。同様に2層と直交させた3層を、3層と直交させた4層を積み上げた。以後、地面に最も近い1層を最内層と、最上部の4層を最外層と呼称する。これらヒノキとスギの薪群を屋根があるところと、屋根がないところにそれぞれ配置し、2年間天然乾燥させた。乾燥開始1年後に、1年間天然乾燥させる薪群を隣接地に配置した。

2.3 質量測定方法

網袋に入れた質量測定用の薪について、2年間天然乾燥させたものは乾燥開始から6、15、36、55、99、229、288、379、440および719日目に薪の質量を測定し、1年間天然乾燥させたものは乾燥開始から10、63、124および403日目に薪の質量を測定した。測定日に「田」の字状に積み上げた状態を、いったん崩し、各網袋内の質量測定用の薪を質量計にて測定した後、改めて元の状態に復元した。乾燥中は薪を全乾させることができないため、薪割りをした日の質量を基準とし、そこからの質量減少率を(1)式より算

出した。

$$\text{質量減少率(\%)} = (m_0 - m_t) / m_0 \times 100 \cdots (1)$$

ただし、 m_0 は薪割り日の質量

m_t は測定日の質量

なお、乾燥期間終了後に、質量測定用の薪については定法により全乾質量を求め、含水率を算出した。

2.4 薪の品質調査

1年間および2年間屋根の有無の条件下で天然乾燥させたヒノキおよびスギ薪材の8種類について、それらの品質を検討するため、薪ストーブを常用している5名にモニタとして実際に使って頂き、アンケート調査を行った。その際、モニタには薪の樹種だけを伝えた。アンケートの設問は、ヒノキとスギの薪の「火持ち」の様子、「暖かさ」、「灰の量」、「炎の大きさや色、燃え方の違い」、「また同じ薪を使いたいか」、「値付けするならいくらか」などを掲げ、自由記述欄も設けた。なお、アンケートについてはやまなし木質バイオマス協議会と予め内容を検討した。

3 結果及び考察

3.1 ヒノキ薪材の天然乾燥

ヒノキ薪材における各乾燥条件下での質量変化率を図1に示す。

まず、先行して行った2年乾燥させた結果から、乾燥開始99日までの質量減少率は、屋根がある状態で最小32%、最大51%、平均値43%を示し、屋根がない状態では最小32%、最大50% 平均値41%を示した。同様に乾燥開始から288日までの質量減少率について、前者では最小33%、最大52% 平均値44%を、後者では最小33%、最大47%、平均値40%を示した。さらに乾燥全期間における質量減少率は、前者では最小39%、最大53% 平均値45%を、後者では最小31% 最大50%、平均値40%となった。一方、1年間乾燥させた結果では、乾燥開始から124日までの質量減少率は、屋根がある状態で最小16%、

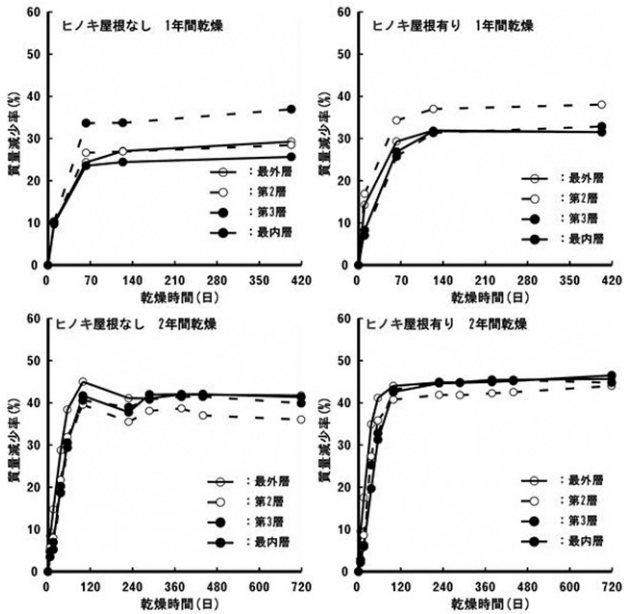


図1 ヒノキの各乾燥条件における質量変化率

最大57%、平均値33%を、屋根がない状態で最小12%、最大47%、平均値28%を示した。さらに乾燥全期間での質量減少率は、前者では最小16%、最大61%、平均値34%を、後者では最小13%、最大50%、平均値30%となった。これらのことから、乾燥開始の初期段階で薪材中の水分が急激に減少するが、ある程度減少するとそれ以上増減しなくなる傾向が認められた。屋根の有無の影響については、屋根がある方が質量減少率の平均値がやや高い値を示した。一方、層別の質量減少率については、必ずしも最外層の質量減少率が高い傾向を示してはならず、明確な差異は認められなかった。

表1 ヒノキ材における乾燥期間中の推定含水率

ヒノキ	乾燥日数	0	36	63	99	124	379	403	440	719
1年間乾燥	最小	33.4	24.4	16.2	14.0	-	-	-	-	-
	最大	170.8	115.8	41.7	42.0	-	-	-	-	-
	平均値	75.8	56.1	23.5	18.9	-	-	-	-	-
2年間乾燥	最小	80.1	19.3	11.3	11.5	11.7	12.2	-	-	-
	最大	161.7	116.9	33.4	44.1	41.4	52.2	-	-	-
	平均値	107.7	60.8	19.8	18.7	19.2	20.4	-	-	-

また、ヒノキ薪材の乾燥期間中における推定含水率を表1に示すが、両乾燥試験に用いた薪も、含水率の最小・最大値に差が認められるが、平均値を取り上げると乾燥開始から120日程度で24%程度にまで減少することが認められた。

3.2 スギ薪材の天然乾燥

ヒノキ薪材と同様に天然乾燥を行い、各乾燥条件における質量変化率を図2に示す。

まず、2年乾燥させた結果について、乾燥開始99日までの質量減少率は、屋根がある状態で最小43%、最大61%、平均値53%を示し、屋根がない状態では最小45%、最大60% 平均値52%を示した。同様に乾燥開始から288日までの質量減少率について、前者では最小45%、最大61% 平均値54%を、後者では最小41%、最大

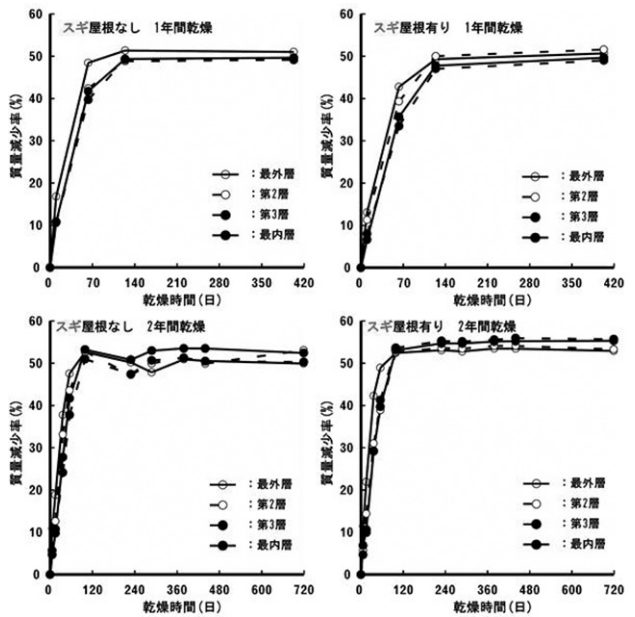


図2 スギ材の各乾燥条件における質量変化率

58%、平均値51%を示した。さらに乾燥全期間における質量減少率は、前者では最小45%、最大62% 平均値54%を、後者では最小44% 最大59%、平均値52%となった。一方、1年間乾燥させた結果では、乾燥開始から124日までの質量減少率は、屋根がある状態で最小30%、最大58%、平均値49%を、屋根がない状態で最小42%、最大62%、平均値50%を示した。さらに乾燥全期間での質量減少率は、前者では最小33%、最大59%、平均値50%を、後者では最小42%、最大59%、平均値50%となった。これらのことから、スギ薪材ではヒノキ薪材よりも質量減少率が大きいですが、ヒノキ薪材と同様に乾燥初期に質量が減少し、その後は安定する傾向が認められず、層別の減少率にも著しい差異は認められなかった。

乾燥期間中の推定含水率を表2に示すが、1年間乾燥させた時の124日目の平均含水率は他よりも高い値を示したが、2年間乾燥させた場合の結果を考慮すれば、今回の乾燥では含水率18%程度で推移するものと思われる。

3.3 針葉樹薪材の品質

表2 スギ材における乾燥期間中の推定含水率

スギ	乾燥日数	0	36	63	99	124	379	403	440	719
1年間乾燥	最小	70.0		60.3		16.6		15.0	-	-
	最大	214.1		177.2		84.4		22.8	-	-
	平均値	133.9		110.5		41.3		18.2	-	-
2年間乾燥	最小	106.6	19.7		10.5		11.3		7.4	12.0
	最大	194.8	152.9		33.0		50.3		65.4	32.7
	平均値	149.2	73.1		17.7		17.0		17.9	17.5

薪ストーブを常用している5名のモニタのうち、4名から回答があり、そのうち3名は両樹種とも火持ちがして、暖かく、灰の量は少なく、また使いたいという回答だった。4名とも1年間乾燥させた薪と2年間乾燥させた薪に差異は感じなかったとの回答だった。

これらのことから、ヒノキおよびスギの薪材でも、屋根の有無に関わらず、120日程度積み重ねて天然乾燥させることで、両樹種とも20%前後の含水率まで低下することが認められた。また、それ以降天然乾燥させても乾燥開始直後のような著しい質量減少は認められず、含水率はほぼ一定の値を示すことも認められた。従って、十分に乾燥させたものは、実際に薪として利用できると思われる。

引用文献

- 永田 正臣 (1981) イギリス産業革命期の製鉄業と労働関係. 駒澤大学経済学論集,13,1:1-27
 林野庁 (2018) 平成29年度 森林・林業白書 p. 112
 原島 義明, 山本 博一 (2013) 薪ストーブ利用による木質エネルギー循環システムに関する研究 - 長野県伊那市を事例として -. 第124回日本森林学会大会 p. 302