

木質バイオマス含水率等調査報告書

山形県森林研究研修センター

2015 年 2 月

木質バイオマス含水率等調査報告書

要旨：山形県西川町沼山地内の森林研究研修センター試験実習林（標高約 425m）において、スギ原木丸太の自然乾燥試験を行った。その結果、アスファルト又は敷砂利の上で、栈木の上に伐採後間もない原木を保管し、日照を確保しつつ雨水を遮断した状態で、7 月下旬から約 3 カ月半自然乾燥することにより、含水率【乾量基準】が燃料用木材チップの標準含水率 80%以下まで低下した。また、スギ材の乾燥にはアスファルト上での保管が有利であることが分かった。素材生産事業者等の原木保管土場の実態調査において、原木丸太を土砂に直置きした状態では含水率が低下しにくいことが分かった。

I はじめに

近年、山形県内において木質バイオマス発電施設や木質バイオマスボイラー等の新設・増設により、スギ材は燃料用チップの原料として大量に使用されるようになり、今後も増大していくと考えられる。しかし、スギ材は伐採直後の状態で含水率が 150～200%と高いため、燃料用として使用するためには含水率を低下させる必要がある。例えば、木材を燃焼させた時の低発熱量（木材に含まれる水分の蒸発潜熱を差し引いたもので、実際に利用できる発熱量に等しい）は、乾量基準含水率 82%の時に 1,735kcal/kg, 67%の時に 2,010kcal/kg, 54%の時に 2,285kcal/kg である（1 kcal ≒ 4.1865kJ）⁽¹⁾。このように、含水率が低下すると、同じ材料から得られる熱量が増加するため、スギ材を燃料として使用する場合は、できるだけ含水率を低下させることが重要である。

これまで本県において、燃料用のスギ材を対象に行った乾燥試験は、保管土場で遮水シートを用いた乾燥試験⁽²⁾と葉枯らしによる乾燥試験^(3,4)がある。保管土場の試験では、土場に積んだ丸太を遮水シートで覆うことによる乾燥効果が明らかとなった。また、葉枯らしの試験では、優良材生産や搬出材の軽量化のために行わ

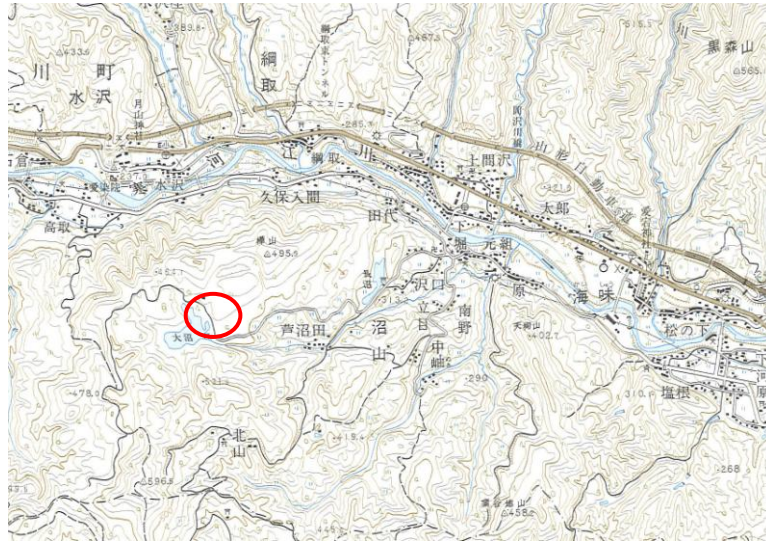
れてきた葉枯らしが、含水率を低下させる効果があるとされ、その技術を応用した乾燥効果が明らかになっている。本調査では、これらの知見に加え、最近、保管土場が大規模化し、保管期間が長期化している現状を踏まえ、こうした土場で原木を保管する場合、どのような保管方法がスギ材を乾燥させる上で有利なのかを明らかにするために、いくつかの異なる保管条件を設定して試験を行うこととした。併せて、県内各地で素材生産等を行っている事業者の協力の下、各原木保管場所における保管条件の違いに着目し、試験用サンプルを採取して含水率の測定を行い、現場実態に即した乾燥技術を開発するうえで必要な情報を得るための実態調査を行なった。

II 試験方法

1. 保管条件に関する自然乾燥試験

1) 試験地概況

試験地の位置を図－1 に示す。試験地は、山形県森林研究研修センターから直線で西北西約 15km に位置する西川町沼山地内の森林研究研修センター試験実習林（標高約 425m）である。



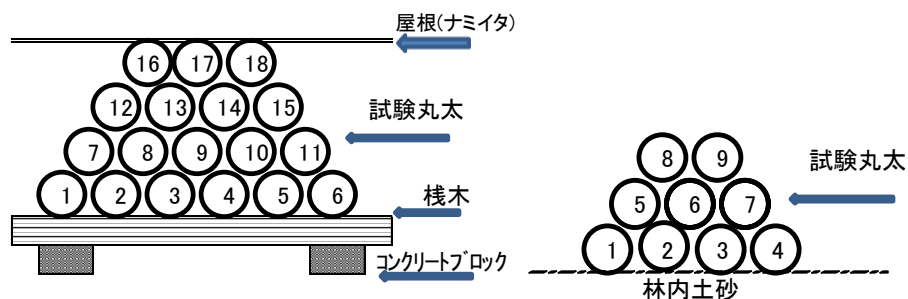
図－１ 試験地位置図

２）保管条件及び試験区分の設定

保管場所は試験実習林の敷地内にある敷砂利、アスファルト、土砂の３通りとした。試験の保管条件は、前述の３通りの保管場所において、栈木の上に試験材を保管・雨避けに屋根(透明波板)を載せたもの、栈木の上に試験材を保管・屋根のないもの、栈木なく直置きで・屋根もないもの、以上３通りの条件設定とし、全体で９通りの試験区分（以下、試

験区分は次のとおり表記する。「敷砂利＋栈木＋屋根」、「敷砂利＋栈木」、「敷砂利」、「アスファルト＋栈木＋屋根」、「アスファルト＋栈木」、「アスファルト」、「土砂＋栈木＋屋根」、「土砂＋栈木」、「土砂」で試験を行った。なお、屋根有では直接雨水は当たらない状態となる(図－２、３)。

また、試験材の上段や下段などの保管位置(図－２)による含水率の差異も観察した。



図－２ 自然乾燥試験配置図（左：１８本タイプ、右：９本タイプ）



図－３ 試験状況写真（左：１８本タイプ、右：９本タイプ）

３）乾燥試験における原木丸太材の諸形状

試験材は、長さ 150cm に裁断加工し、No.テープを取付け、敷砂利上の材（７月 7 日伐採）を 7 月 22 日に、アスファルト上の材（7 月 22

日伐採）を 7 月 25 日に、土砂上の材（8 月 18 日伐採）を 8 月 27 日に試験実習林に設置した。なお、土砂の試験材の現地搬入が遅れたのは、予定していた購入材の伐採事業が遅れたため

で、本数も同じ形状の試験材が不足したことにより半数となった。敷砂利・アスファルトは各試験区分 18 本、土砂は各試験区分 9 本をはえ積みし、乾燥試験を行った。はえ積み法は実際の現場に多い三角積みとし、本数に応じて 3～4 段積みとした(図－2)。なお、試験材は保管場所毎に産地が異なっている。

敷砂利の試験材は、元口径 25.1cm±1.72cm, 末口径 23.8cm±1.8cm, 材積 0.087m³±0.013

m³, アスファルトの試験材は、元口径 23.6cm±2.23cm, 末口径 21.1cm±1.63cm, 材積 0.068m³±0.011m³, 土砂の試験材は、元口径 25.3cm±2.22cm, 末口径 23.1cm±2.16cm, 材積 0.083m³±0.016m³であった。なお、材積は末口自乗法により算出した。また、試験材の諸形状は差異が小さかったため(表－1), 自然乾燥試験への丸太産地による影響はほとんどないと考えられる。

表－1 試験材の諸形状一覧

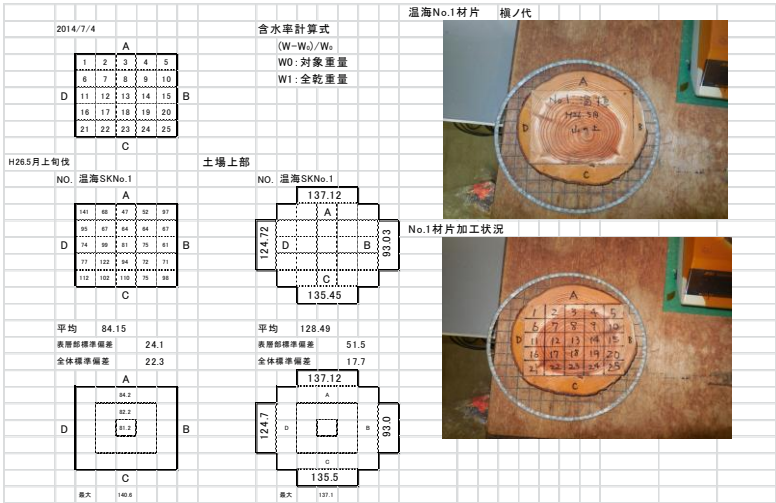
試験区分		元口 (cm)	末口 (cm)	長さ (cm)	材積 (㎡)	試験区分		元口 (cm)	末口 (cm)	長さ (cm)	材積 (㎡)	試験区分		元口 (cm)	末口 (cm)	長さ (cm)	材積 (㎡)
敷砂利+桧木	平 均	25.6	24.2	150.4	0.089	アスファルト+桧木	平 均	22.8	21.2	150.3	0.069	土砂+桧木	平 均	26.5	24.1	151.7	0.090
	標準偏差	1.85	1.80	0.70	0.013		(n=18)	標準偏差	2.01	1.81	0.73		0.014	(n=9)	標準偏差	1.75	1.83
敷砂利+桧木+屋根	平 均	24.6	23.6	150.4	0.085	アスファルト+桧木+屋根	平 均	22.4	20.4	150.0	0.062	土砂+桧木+屋根	平 均	23.9	22.0	151.5	0.074
	標準偏差	1.75	1.79	0.94	0.012		(n=18)	標準偏差	1.62	1.48	0.78		0.010	(n=9)	標準偏差	2.30	2.24
敷砂利	平 均	25.0	23.8	149.6	0.086	アスファルト	平 均	25.6	21.9	150.6	0.072	土砂	平 均	25.4	23.3	151.6	0.083
	標準偏差	1.45	1.73	0.88	0.012		(n=18)	標準偏差	1.59	1.27	1.27		0.008	(n=9)	標準偏差	1.93	2.05
備考1:nは試験材数である。						備考1:nは試験材数である。						備考1:nは試験材数である。					

4）乾燥試験における原木丸太材の含水率測定

初期含水率は、自然乾燥試験開始時に、敷砂利から 6 本、アスファルトから 6 本、土砂から 3 本を各材の中央部分から厚さ約 2cm の円盤(以下, サンプル)を 1 枚ずつ採取し、各々角芯部分を 25 分割、辺材部分 4 個に分割して初期含水率を全乾法により測定した(図－4)。含水率は乾量基準である。各保管場所のサンプル材の全乾重量(W_{s0})は、採取時のサンプル材の重量(W_s)及びサンプル初期含水率から、計算式 W_{s0} = W_s÷(初期含水率+1)により求めた。サンプル材全乾重量(W_{s0})をサンプル材積で除し、当該保管場所の試験材の共通の全乾単位重量とした。

各試験材の経過含水率は、設置日以降概ね 20 日置きに重量を測定して、計算式(W-W₀)/W₀により算出した。(W₀)は全乾重量、(W)は測定時の重量である。重量測定は初回が各設置日、2 回目 8 月 18 日、3 回目 9 月 9 日、4 回目 9 月 29 日、5 回目 10 月 20 日、6 回目 11 月 6 日(試験終了時)に行った。測定回数は、保管場所別に敷砂利とアスファルトが 6 回、土砂が 5 回となった。自然乾燥の期間は敷砂利 105 日、アスファルト 102 日、土砂 72 日であった。

なお試験中、主にアスファルトの試験材の樹皮が剥離したため随時撤去した。他の試験材は殆ど剥離しなかった。



図－4 初期含水率サンプル測定例

2. 現地実態調査

現地における実態調査は、素材生産事業者等の協力の下、各保管場所において、以下の項目について実施した。調査項目は、保管場所（コンクリート、敷砂利、土砂など）、保管条件（栈木の有無、高さ）、保管位置（原木群の最上部、中部）などの違いに着目してサンプルを採取し、前述した初期含水率用サンプル測定と同様の全乾法により含水率を測定した。併せて、伐採時期及び保管期間その他参考事項について聞き取り調査を行った。含水率測定を行ったサンプルは下記の 14 サンプルである。

1) 金山町産材：6 サンプル

7 月 2 日、金山町森林組合の原木保管土場において、平成 26 年 6 月 18 日伐採の原木群の中間部と最上部から 1 サンプルずつ、平成 25 年 1 月頃伐採の原木群の中間部と最上部から 1 サンプルずつ計 4 サンプルを採取した。平成 26 年 6 月 18 日伐採の原木群は敷砂利の上に丸太の栈木（高さ 30～40cm）を置き、その上に保管されていた。平成 25 年 1 月頃伐採の原木群は土砂の上に丸太の栈木（高さ 30cm 程度）を置き、その上に保管されていた。

同日、金山町森林組合の伐採現場において、平成 25 年 3 月頃伐採の原木群の中間部と最上部から 1 サンプルずつ計 2 サンプルを採取した。この原木群は土砂に直に置かれていた。

2) 鶴岡市旧温海町産材：3 サンプル

7 月 3 日、温海町森林組合の原木保管土場において、平成 26 年 5 月上旬伐採の原木群の中間部と最上部から 1 サンプルずつ、平成 26 年 1 月中旬伐採の原木群の最上部から 1 サンプル、計 3 サンプルを採取した。平成 26 年 5 月上旬伐採の原木群は敷砂利の上に丸太の栈木（高さ 25cm 程度）を置き、その上に保管されていた。平成 26 年 5 月上旬伐採の原木群はコンクリートの上に丸太の栈木（高さ 40cm 程度）を置き、その上に保管されていた。

3) 鶴岡市旧鶴岡市産材：2 サンプル

7 月 3 日、出羽庄内森林組合の原木保管土場において、平成 25 年 12 月下旬伐採の原木群の中間部と最上部から 1 サンプルずつ、計 2 サンプルを採取した。ここの原木群は土砂に直に置かれていた。

4) 最上町産材：3 サンプル

7 月 8 日、(株)最上木質エネルギーの原木保管土場において、平成 25 年 11 月上旬伐採の原木群の中間部と最上部から 1 サンプルずつ、平成 26 年 5 月下旬伐採の原木群の最上部から 1 サンプル、計 3 サンプルを採取した。平成 25 年 11 月上旬伐採の原木群は敷砂利の上に丸太の栈木（高さ 30cm 程度）を置き、その上に保管されていた。平成 26 年 5 月下旬伐採の原木群は敷砂利の上に丸太の栈木（高さ 20cm 程度）を置き、その上に保管されていた。

なお、ここではチップの製造から納入までを手掛けており、製造されるチップは全てピンチップで年間生産量約 12,000m³、含水率に係る納入条件は 100%未満とのことであった。

III 結果及び考察

1. 保管条件に関する自然乾燥試験

1) 自然乾燥試験の結果

本試験では、自然乾燥の結果得られた含水率を任意に区分して指標とした。含水率のランクは、ランク [1] 40%未満、ランク [2] 40～60%未満、ランク [3] 60～80%未満、ランク [4] 80～100%未満、ランク [5] 100%以上に区分した。根拠としては、岩手県のガイドライン案⁽⁵⁾（低含水率 40%未満、標準含水率 40～80%、高含水率 80%以上）及び最上町の使用事例^(6,7)（100%未満）等を参考に設定した。

試験区分別の含水率の低下結果を表－2 に示す。

日当り含水率の低下割合が最大だったのは「アスファルト＋栈木＋屋根」の 0.63%/日で、初期含水率 150%から乾燥後含水率 53%に低下し、含水率ランク [2] となった。以下「アスファルト＋栈木」の 0.46%/日、初期含水率 148%から乾燥後含水率 78%に、「敷砂利＋栈木＋屋根」の 0.44%/日、初期含水率 130%から乾燥後含水率 70%に低下し、含水率ランク [3] となった。ここまでが燃料用木

材チップの標準含水率であり、燃料用に適合する合格ラインといえる。さらに、乾燥後の含水率を基準に序列化すると、「アスファルト」初期含水率 142%から乾燥後含水率 91%、「敷砂利」初期含水率 133%から乾燥後含水率 98%に低下し、含水率ランク [4] となり、ここまでの利用可能なボーダーラインと考えられる。

以下、「土砂＋栈木＋屋根」153%から 104%、「敷砂利＋栈木」145%から 108%、「土砂＋

栈木」146%から 127%、「土砂」149%から 133%となり、ランク [5] の結果であった。

これらの結果から、①アスファルト上での保管の場合、含水率の低下割合が大きい。②透明波板の屋根で日照を確保し雨水を遮断した場合、含水率の低下割合が大きい。③土砂に直置きするより、栈木の上で保管するか敷砂利上で保管することで、チップ等としての利用に適する乾燥効果が出ることが明らかになった。

表－２ 試験区分別含水率の低下

試験区分	初期含水率 (%)	乾燥後含水率 (%)	含水率低下割合 (全乾燥期間)	含水率低下割合 (日当り)	乾燥日数
敷砂利＋栈木	63.8～190.3	50.5～144.1	25.41	0.24	105
	144.80	108.00			
敷砂利＋栈木 ＋屋根	76.2～207.2	5.7～137.7	46.40	0.44	105
	130.40	69.90			
敷砂利	76.9～159.7	46.5～133.5	26.32	0.25	105
	133.00	98.00			
アスファルト＋ 栈木	116.9～183.2	41.6～122.5	47.22	0.46	102
	147.60	77.90			
アスファルト＋ 栈木＋屋根	102.7～184.3	13.4～87.3	64.37	0.63	102
	149.60	53.30			
アスファルト	103.7～186.5	47.2～130.1	36.17	0.35	102
	142.10	90.70			
土砂＋栈木	115.3～181.4	95.8～174.2	13.35	0.19	72
	146.10	126.60			
土砂＋栈木＋ 屋根	120.9～185.0	90.0～124.7	31.74	0.44	72
	152.80	104.30			
土砂	114.0～203.0	96.8～176.9	10.83	0.15	72
	148.60	132.50			

備考1: 表の上段は、最小値～最大値である。

備考2: 表の下段は、平均値である。

備考3: 含水率低下割合は、平均値の「(初期含水率－乾燥後含水率)÷初期含水率×100」の値である。

2) 含水率低下の経過

各試験区分の含水率の低下経過を図－5に示す。

各測定時における平均含水率の減少割合（＝乾燥後含水率／初期含水率）の経過は、敷砂利（設置日 7 月 22 日）の場合「敷砂利＋栈木」8% (8/18)→16% (9/9)→24% (9/29)→27% (10/20)→25% (11/6)、「敷砂利＋栈木＋屋根」17% (8/18)→27% (9/9)→36% (9/29)→43% (10/20)→46% (11/6)、「敷砂利」7% (8/18)→16% (9/9)→23% (9/29)→27% (10/20)→26% (11/6)であった。乾燥日数は 105 日であった。

アスファルト（設置日 7 月 25 日）の場合、

「アスファルト＋栈木」18% (8/19)→31% (9/9)→42% (9/29)→48% (10/20)→47% (11/6)、「アスファルト＋栈木＋屋根」30% (8/19)→43% (9/9)→56% (9/29)→62% (10/20)→64% (11/6)、「アスファルト」7% (8/19)→20% (9/9)→32% (9/29)→37% (10/20)→36% (11/6)であった。乾燥日数は 102 日であった。

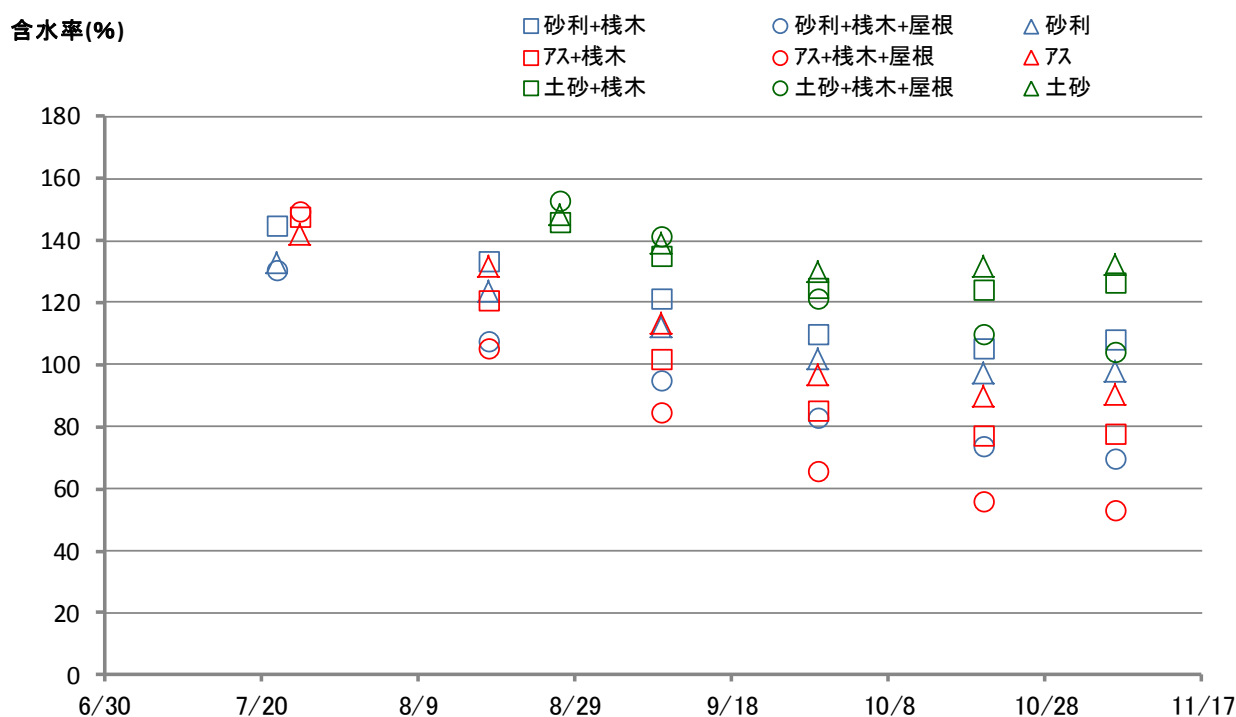
土砂（設置日 8 月 27 日）の場合、「土砂＋栈木」7% (9/9)→15% (9/29)→15% (10/20)→13% (11/6)、「土砂＋栈木＋屋根」8% (9/9)→20% (9/20)→28% (10/20)→32% (11/6)、「土砂」6% (9/9)→12% (9/29)→11% (10/20)→11% (11/6)であった。乾燥日数は 72 日であ

った。

これらの結果から、①屋根無しの試験区分で含水率は10月20日が最低となっており、それ以降は平衡か上昇に転じた。よって、乾燥が期待できるのは10月20日頃までで、それ以降の冬期間には含水率の低下は見込めない。②一方、透明波板の屋根を設置した場合は、10月20日以降でも含水率が低下しており、乾燥適期外でも乾燥効果が認められた。③また、7月下旬から9月下旬にかけてアスファルトの含水率の低下速度が、敷砂利、土砂を大きく上回っていた。この結果は樹皮の

剥離が影響していると考えられ、既往の文献では皮付き丸太と剥皮丸太の自然乾燥試験で含水率の低下に大きな差が生じたと報告⁽⁸⁾されている。現地観察では、樹皮の剥離後、表面にひび割れが入り、徐々に拡大しているところを確認しており、樹皮の剥離後に辺材部含水率が急速に低下した影響と考えられた。

以上から、早期の乾燥を行う場合に、剥皮すると乾燥が早くなる可能性が高い。また、冬期間など乾燥適期外で乾燥が必要な場合に、農業用のパイプハウスの活用などが効果的と考えられる。



備考1: 含水率は各試験区分サンプルの平均値である。

図－5 全試験区分の含水率経過

3) 試験材の保管位置による乾燥状況

各段における平均含水率の低下結果（＝初期含水率－乾燥後含水率）を図－6に示す。

図の左から順に、1段目（最下段）は、「敷砂利＋桧木」 $38\% \pm 5.5\%$ (0.36), 「敷砂利＋桧木＋屋根」 $62\% \pm 11.4\%$ (0.59), 「敷砂」 $30\% \pm 8.3\%$ (0.29), 「アスファルト＋桧木」 $80\% \pm 7.4\%$ (0.78), 「アスファルト＋桧木＋屋根」 $96\% \pm 8.3\%$ (0.94), 「アスファルト」 $50\% \pm 11.6\%$ (0.49), 「土砂＋桧木」 $19\% \pm 11.4\%$ (0.26), 「土砂＋桧木＋屋根」 $50\% \pm 12.1\%$ (0.69), 「土砂」 $3\% \pm 7.7\%$ (0.04)

であった。標本数は敷砂利、アスファルトが各6、土砂が各4であった(上記の数値は、平均値±標準偏差(日当りの含水率低下量(%/日))(以下、2～4段まで同じ))。

2段目は、「敷砂利＋桧木」 $33\% \pm 17.3\%$ (0.31), 「敷砂利＋桧木＋屋根」 $47\% \pm 3.1\%$ (0.45), 「敷砂」 $40\% \pm 19.4\%$ (0.38), 「アスファルト＋桧木」 $58\% \pm 15.2\%$ (0.57), 「アスファルト＋桧木＋屋根」 $95\% \pm 14.1\%$ (0.93), 「アスファルト」 $56\% \pm 11.1\%$ (0.55), 「土砂＋桧木」 $20\% \pm 10.9\%$ (0.28), 「土砂＋桧木＋屋根」 $46\% \pm 14.5\%$ (0.64), 「土砂」 $26\% \pm$

12.1% (0.36)であった。標本数は敷砂利、アスファルトが各 5，土砂が各 3 であった。

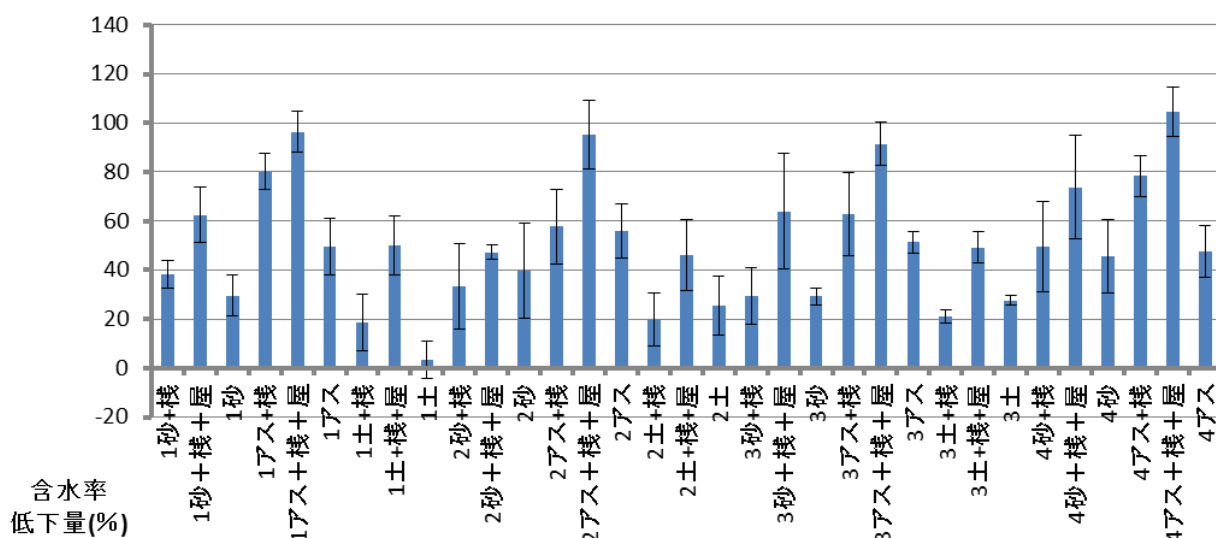
3 段目は、「敷砂利+桟木」29%±11.8% (0.28)，「敷砂利+桟木+屋根」64%±23.4% (0.61)，「敷砂」29%±3.3% (0.28)，「アスファルト+桟木」63%±16.9% (0.62)，「アスファルト+桟木+屋根」91%±8.8% (0.89)，「アスファルト」51%±4.5% (0.50)，「土砂+桟木」21%±2.7% (0.29)，「土砂+桟木+屋根」49%±6.5% (0.68)，「土砂」27%±1.9% (0.38)であった。標本数は敷砂利、アスファルトが各 4，土砂が各 2 であった。なお，土砂では最上段の試験材に当たる。

4 段目（最上段）は、「敷砂利+桟木」50%±18.6% (0.48)，「敷砂利+桟木+屋根」74%

±21.1% (0.70)，「敷砂」46%±14.9% (0.44)，「アスファルト+桟木」78%±8.3% (0.76)，「アスファルト+桟木+屋根」105%±9.9% (1.03)，「アスファルト」48%±10.4% (0.47)であった。標本数は敷砂利、アスファルトともに各 3 であった。

これらの結果から，①全ての段で「アスファルト+桟木+屋根」が最も乾燥が進んでいた。②どの位置でもアスファルト上での乾燥が良好であった。③「土砂」1 段目（最下段）を除外すれば，試験材の上部と下部で大きな違いは認められなかった。

このことから，試験材の位置よりも，原木を保管する地面の状態が，乾燥を大きく左右するものと推察される。



図－6 保管位置別，試験区分別含水率低下量

2. 現地実態調査

1) 金山町産材：6 サンプル

以下の 6 サンプルの平均含水率を測定した。

原木保管土場，平成 26 年 6 月 18 日伐採，敷砂利+丸太桟木（高さ 30～40cm）の最上部サンプル No. 1，中間部サンプル No. 2。原木保管土場，平成 25 年 1 月頃伐採，土砂+丸太桟木（高さ約 30cm）の最上部サンプル No. 3，中間部サンプル No. 4。

伐採現場，平成 25 年 3 月頃伐採，土砂直置き，最上部サンプル No. 5，中間部サンプル No. 6。測定結果は次の通りであった。

No. 1：辺材部 123.7%，角芯部 78.8%，全

体含水率 97.7%，保管期間 13 日（砂利+桟木）

No. 2：辺材部 216.9%，角芯部 127.2%，全体含水率 160.5%，保管期間 13 日（砂利+桟木）

No. 3：辺材部 28.4%，角芯部 62.4%，全体含水率 51.2%，保管期間 540 日（土砂+桟木）

No. 4：辺材部 25.7%，角芯部 32.2%，全体含水率 30.0%，保管期間 540 日（土砂+桟木）

No. 5：辺材部 101.4%，角芯部 74.7%，全体含水率 81.9%，保管期間 480 日（土砂直置き）

No. 6：辺材部 79.7%，角芯部 84.2%，全体含水率 82.6%，保管期間 480 日（土砂直置き）

2) 鶴岡市旧温海町産材：3 サンプル

以下の3サンプルの平均含水率を測定した。

原木保管土場、平成26年1月中旬伐採、コンクリート+丸太栈木（高さ約40cm）の最上部サンプルNo.1。原木保管土場、平成26年5月上旬伐採、敷砂利+丸太栈木（高さ25cm）の最上部サンプルNo.2、中間部サンプルNo.3。測定結果は次の通りであった。

No.1：辺材部28.2%、角芯部42.1%、全体含水率36.4%、保管期間170日（コンクリート+栈木）

No.2：辺材部128.5%、角芯部84.2%、全体含水率101.4%、保管期間60日（敷砂利+栈木）

No.3：辺材部62.7%、角芯部61.2%、全体含水率61.8%、保管期間60日（敷砂利+栈木）

3）鶴岡市旧鶴岡市産材：2 サンプル

以下の2サンプルの平均含水率を測定した。

原木保管土場、平成25年12月下旬伐採、土砂直置き最上部サンプルNo.1、中間部サンプルNo.2。測定結果は次の通りであった。

No.1：辺材部96.7%、角芯部75.6%、全体含水率83.9%、保管期間190日（土砂直置き）

No.2：辺材部112.7%、角芯部126.5%、全体含水率122.0%、保管期間190日（土砂直置き）

4）最上町産材：3 サンプル

以下の3サンプルの平均含水率を測定した。

原木保管土場、平成25年11月上旬伐採、敷砂利+栈木（高さ約30cm）の最上部サンプルNo.1、中間部サンプルNo.2。原木保管土場、平成26年5月下旬伐採、敷砂利+栈木（高さ約30cm）の最上部サンプルNo.3。測定結果は次の通りであった。

No.1：辺材部87.8%、角芯部86.2%、全体含水率86.8%、保管期間245日（敷砂利+栈木）

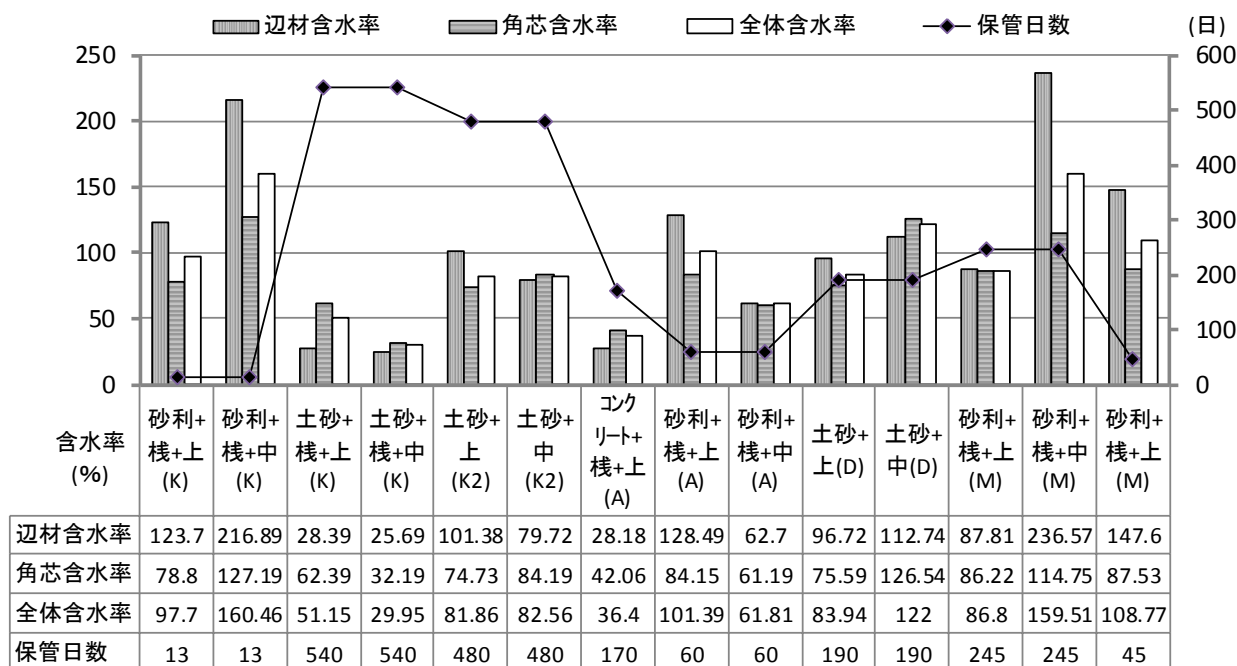
No.2：辺材部236.6%、角芯部114.6%、全体含水率159.5%、保管期間245日（敷砂利+栈木）

No.3：辺材部147.6%、角芯部87.5%、全体含水率108.8%、保管期間45日（敷砂利+

栈木）

以上をまとめた結果を図-7に示す。①土砂に480日間直置きした場合と、土砂で栈木上に540日間保管した場合と比較すると、栈木上に保管の方が含水率は大きく低下していた。②土砂に直置きで190日保管した場合と、敷砂利+栈木で60日保管した場合を比較すると、後者の方が含水率は下回っており、敷砂利と栈木の乾燥効果は高いといえる。③含水率が最も低かったのは、土砂+栈木の中間部540日間の乾燥で30%、2番目はコンクリート+栈木の最上部170日間の乾燥で36%、ここまですが含水率ランク[1]である。3番目は土砂+栈木の最上部540日間の乾燥で51%のランク[2]であった（以上からコンクリート土場は乾燥に有利であると考えられる）。4番目は敷砂利+栈木の中間部60日間の乾燥で62%のランク[3]で、ここまですが燃料用木材チップ標準含水率をクリアし合格ラインといえる。以下含水率で序列化すると、土砂480日乾燥の最上部82%、土砂480日乾燥の中間部83%、土砂190日乾燥の最上部84%、敷砂利+栈木の最上部245日間の乾燥で87%、敷砂利+栈木の最上部13日間の乾燥で98%、ここまですがランク[4]で利用可能なボーダーラインといえる。その他はランク[5]であったが、乾燥期間が100日を超えても、含水率が100%を上回る場合には保管方法の変更を検討すべきであろう。

角材の含水率試験では、初期に辺材部が大幅に高く心材部は100%前後であり、乾燥が進むと辺材部含水率は大幅に低下し、心材部を下回るのが一般的である。しかし、実態調査の現場はいずれも露天であり、長期間乾燥を行ったにもかかわらず辺材部が大幅に高含水率の場合や、原木群の最上部より中部の方が低い場合等もあった。要因としては、降雨の影響や保管現場の立地条件、材の特性などが考えられるものの、詳細は不明である。この度は、原木保管の現場実態に関する基礎資料として情報提供する。



備考1: 表中()内のアルファベット等は同一箇所を示す。

図－7 原木の保管に係る実態調査結果

3. まとめ

本試験により、以下のことが明らかになった。

- 1) アスファルト上での保管は含水率の低下に有利であり、桟木と透明波板屋根を組合せると一層乾燥効果が高くなる（データ：アスファルト+桟木+屋根 53%, アスファルト+桟木 78%, アスファルト 91%）。
- 2) 透明波板等で日照を確保し雨水を遮断すると、含水率の低下割合が大きくなる（データ：土砂+桟木+屋根 0.44%/日, 土砂+桟木 0.19%/日, 土砂 0.15%/日）。
- 3) 土砂の直置きより、敷砂利上または桟木上の保管の方が乾燥する。（データ：敷砂利 0.25%/日, 土砂+桟木 0.19%/日, 土砂 0.15%/日）。
- 4) 露天の保管の場合、含水率低下が期待できるのは概ね 10 月 20 日頃までで、それ以降は平衡か上昇に転じる。
- 5) 透明波板を設置し日照を確保し雨水を遮断した場合は、10 月 20 日以降でも含水率が低下しており、乾燥適期外でも乾燥効果が認められた。
- 6) 樹皮の剥皮により含水率の低下が急速に進む可能性が高い。
- 7) 保管位置（1 段（最下段）～4 段）による乾燥状況について調査した結果、「アスファルト又

は敷砂利+桟木+屋根」の場合、どの位置でも乾燥が最も進んでいる。

8) アスファルト上で乾燥した場合は、どの位置でも良好であり、乾燥効果が大きい。

9) 土砂の 1 段目（最下段）では殆ど乾燥が進まなかったが、敷砂利、アスファルトの 1 段目では乾燥が進んでいた。これは水はけの良否と地面からの水分供給の多寡による影響と推察される。

10) 現地実態調査では、土砂の直置きより敷砂利又は丸太桟木上に保管した現場の方が、含水率は低く乾燥効果は高い。

11) コンクリート上での乾燥効果はかなり高い。

IV 謝辞

現地実態調査は、金山町、温海町、出羽庄内の各森林組合及び㈱最上木質エネルギーの皆様方から、サンプル試験材の提供、現地案内や伐採時期と保管期間の聞き取り調査等に、多大なる協力を得て実施した。厚く御礼申しあげる。

V 文献

- (1) 全国木材チップ工業連合会（2012）木材チップ等原料転換型事業調査・分析報告書

- (2) 矢萩芳春（2011）木質バイオマスボイラーの燃料として供給するスギ間伐材の乾燥技術. 平成 23 年度山形県森林研究研修センター成果情報
- (3) 福島弘幸・古原清一郎（2013）葉枯らしによる燃料用スギ材の乾燥試験. 平成 25 年度山形県森林研究研修センター成果情報
- (4) 山形県森林研究研修センター（2013）葉枯らしによる燃料用スギ材の乾燥試験報告書（2014. 2）
- (5) 岩手県庁（2007）燃料用木材チップ品質・規格のガイドライン案（2008. 2）
- (6) 山形県最上総合支庁（2013）木質チップ燃料調達のガイドライン（山形県最上地域）.（2014. 3）
- (7) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（委託先）山形県最上町（2009）バイオマスエネルギー地域システム化実験事業「ウエルネスタウン」木質バイオマスエネルギー地域システム化実験事業（2010. 5）
- (8) 三好和広ら（2008）中山間地域における森林バイオマス資源の有効利用技術開発事業. 高知県立森林技術センター研究報告第 34 号（2009. 3）

木質バイオマス含水率等調査報告

資 料 編

I 試験データ

1. 試験材搬入時諸形状、材積、重量・・・・・・・・・・資料編 P1～3
2. サンプル材諸形状、材積、重量、含水率データ・・・・・・ // P4
3. サンプル材全乾単位重量・・・・・・・・・・ // P5
4. 試験材重量データ含水率経過・・・・・・・・・・ // P6～8

II 実態調査写真

1. 金山町実態調査・・・・・・・・・・資料編 P9～10
2. 旧温海町実態調査・・・・・・・・・・ // P11
3. 鶴岡市実態調査・・・・・・・・・・ // P12
4. 最上町実態調査・・・・・・・・・・ // P13

山形県森林研究研修センター

サンプル	7/7伐採				生材重量(g)				全乾重量(g)				含水率(%)			
No.	金山町産材				辺材	心材	辺心合計	(ソッパ°4片) (角25分割)	辺材	心材	辺心合計	(ソッパ°4片) (角25分割)	辺材含水率	心材含水率	辺心計含水率	
	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m ³	重量kg											
1	150	29	28	0.12	78.60				803.34	902.88	1,706.22	284.57	463.95	748.52	182.30	94.61
2	153.5	28	26	0.10	55.70				529.95	621.84	1,151.79	198.35	355.56	553.91	167.18	74.89
3	153.5	24.5	22	0.07	55.80				551.99	645.12	1,197.11	188.20	298.04	486.24	193.30	116.45
4	150.5	24	22.5	0.08	50.00				484.97	699.67	1,184.64	144.49	264.01	408.50	235.64	165.02
5	153.5	28.5	26.5	0.11	64.30				568.25	797.97	1,366.22	191.50	378.43	569.93	196.74	110.86
6	141	26	23	0.07	56.30				537.52	766.23	1,303.75	187.34	325.74	513.08	186.92	135.23
計				0.55	360.70						平均			193.7	116.2	144.3
備考:材積は末口2乗法による。																
サンプル	7/22伐採				生材重量(g)				全乾重量(g)				含水率(%)			
No.	温海町産材				辺材	心材	辺心合計	(ソッパ°4片) (角25分割)	辺材	心材	辺心合計	(ソッパ°4片) (角25分割)	辺材含水率	心材含水率	辺心計含水率	
	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m ³	重量kg											
1	149.5	27	25	0.09	62.2				488.07	640.72	1,128.79	172.83	294.66	467.49	182.40	117.44
2	148	23.5	20.5	0.06	45.4				346.60	529.37	875.97	133.39	276.77	410.16	159.84	91.27
3	149	28.5	25	0.09	63.0				356.32	407.78	764.10	108.21	177.57	285.78	229.29	129.64
4	148.5	27.5	24	0.09	64.6				413.61	744.55	1,158.16	159.48	335.37	494.85	159.35	122.01
5	149	29.5	24.5	0.09	75.4				866.60	811.56	1,678.16	339.66	392.97	732.63	155.14	106.52
6	148	28	23	0.08	58.6				531.70	660.92	1,192.62	144.57	277.48	422.05	267.78	138.19
計				0.50	369.2						平均			192.3	117.5	144.7
備考:材積は末口2乗法による。																
サンプル	8/19伐採				生材重量(g)				全乾重量(g)				含水率(%)			
No.	田代公社産材				辺材	心材	辺心合計	(ソッパ°4片) (角25分割)	辺材	心材	辺心合計	(ソッパ°4片) (角25分割)	辺材含水率	心材含水率	辺心計含水率	
	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m ³	重量kg											
1	152	25.5	24	0.09	60.7				551.27	753.22	1,304.49	189.98	323.79	513.77	190.17	132.63
2	151	24.5	24	0.09	58.5				433.43	547.17	980.60	120.94	219.43	340.37	258.38	149.36
3	150.5	24.5	20	0.06	48.8				283.53	329.49	613.02	89.67	146.43	236.10	216.19	125.02
計				0.24	168.0						平均			221.6	135.7	167.2
備考:材積は末口2乗法による。																

金山町 産材	処理前サン プル含水 率%	サンプル採 取時重量 kg	推定全乾 重量kg	材積m ³
	7/25	7/25	7/27	7/25
1	127.95	78.6	34.48	0.12
2	107.94	55.7	26.79	0.1
3	146.2	55.8	22.66	0.07
4	190	50	17.24	0.08
5	139.72	64.3	26.82	0.11
6	154.1	56.3	22.16	0.07
平均	144.318333	60.116667	24.61	0.09
合計			150.15	0.55

金山町産材全乾単位重量
 $\Rightarrow 150.15\text{kg} \div 0.55\text{m}^3 = 273\text{kg/m}^3$

旧温海 町産材	処理前サン プル含水 率%	サンプル採 取時重量 kg	推定全乾 重量kg	材積m ³
	7/22	7/22	7/24	7/22
1	141.46	62.2	25.76	0.09
2	113.57	45.4	21.26	0.06
3	167.37	63	23.56	0.09
4	134.04	64.6	27.6	0.09
5	129.06	75.4	32.92	0.09
6	182.58	58.6	20.74	0.08
平均	144.68	61.533333	25.15	0.09
合計			151.84	0.5

旧温海町産材全乾単位重量
 $\Rightarrow 151.84\text{kg} \div 0.50\text{m}^3 = 303.7\text{kg/m}^3$

寒河江 市産材	処理前サン プル含水 率%	サンプル採 取時重量 kg	推定全乾 重量kg	材積m ³
	8/22	8/22	8/24	8/22
1	153.91	60.700	23.91	0.09
2	188.10	58.500	20.31	0.09
3	159.64	48.800	18.80	0.06
平均	167.22	56.00	20.96	0.08
合計			63.02	0.24

寒河江市産材全乾単位重量
 $\Rightarrow 63.02\text{kg} \div 0.24\text{m}^3 = 262.6\text{kg/m}^3$

7/7伐採
砂利上、棧木有、屋根無

標準偏差 0.7048 1.7998 0.0132
NO.2 砂利上、棧木有、屋根有

標準偏差 0.9432 1.7896 0.0125
NO.3 砂利上、栈木無、屋根無

標準偏差	0.8556	1.7254	0.0124
------	--------	--------	--------

温海町産
NO.1

7/22伐採
アスファルト上、栈木有、屋根無

tapeno	位置	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m ³	7/25		含水率	8/19		含水率	9/9		含水率	9/29		含水率	10/20		含水率	11/6		含水率
						重量kg	全乾重量		重量kg	含水率		重量kg	含水率		重量kg	含水率		重量kg	含水率		重量kg	含水率	
1	601	1	150.5	23	21	0.07	48.5	21.26	128.1	40.3	89.6	36.0	69.3	32.3	51.9	30.8	44.9	30.9	45.4				
2	602	1	152	23	19.5	0.06	51.6	18.22	183.2	46.8	156.8	43.0	136.0	39.2	115.1	37.1	103.6	36.4	99.8				
3	603	1	149.5	24	22	0.07	55.8	21.26	162.5	49.5	132.8	44.4	108.9	40.2	89.1	37.7	77.3	36.9	73.6				
4	604	1	149.5	20.5	19	0.05	40.3	15.19	165.4	35.3	132.5	32.2	112.1	29.5	94.3	27.7	82.4	27.6	81.8				
5	605	1	149	20.5	19.5	0.06	42.5	18.22	133.2	36.7	101.4	33.3	82.8	31.1	70.7	29.6	62.4	29.7	63.0				
6	606	1	150	28	26.5	0.11	75.9	33.41	127.2	66.4	98.8	60.2	80.2	56.3	68.5	52.8	58.1	51.9	55.4				
7	607	2	151	25	22.5	0.08	61.5	24.30	153.1	52.1	114.4	47.0	93.5	42.9	76.6	41.1	69.2	41.4	70.4				
8	608	2	150	24	22.5	0.08	58.2	24.30	139.6	55.7	129.3	52.9	117.7	48.8	100.9	47	93.5	47.1	93.9				
9	609	2	150	23	22	0.07	58.1	21.26	173.3	54.0	154.0	50.5	137.6	47.4	123.0	45.8	115.4	45.5	114.0				
10	610	2	149.5	22.5	20.5	0.06	45.6	18.22	150.3	44.0	141.5	41.4	127.2	37.9	108.0	36.5	100.3	37.3	104.7				
11	611	2	150.5	22	21	0.07	46.1	21.26	116.9	43.4	104.2	39.2	84.4	36	69.3	34	59.9	34.4	61.8				
12	612	3	150	20.5	20	0.06	40.0	18.22	119.5	36.4	99.8	32.4	77.8	30.5	67.4	29.7	63.0	30.6	67.9				
13	613	3	151.5	23	21	0.07	59.7	21.26	180.8	56.3	164.8	52.5	147.0	47.9	125.3	46.4	118.3	47.3	122.5				
14	614	3	150.5	24	22.5	0.08	63.0	24.30	159.3	61.0	151.1	56.4	132.1	52	114.0	50	105.8	50.1	106.2				
15	615	3	150.5	19.5	18.5	0.05	38.2	15.19	151.6	31.1	104.8	27.4	80.4	24.8	63.3	24.5	61.3	24.9	64.0				
16	616	4	150	23	21.5	0.07	51.5	21.26	142.3	45.1	112.2	41.0	92.9	37.8	77.8	36.6	72.2	36.7	72.6				
17	617	4	150	21	20	0.06	44.2	18.22	142.6	37.9	108.0	34.6	89.9	30.9	69.6	29.6	62.4	29.7	63.0				
18	618	4	150.5	24	21.5	0.07	48.4	21.26	127.7	38.8	82.5	34.1	60.4	31.4	47.7	30.3	42.5	30.1	41.6				
平均							×303.7		147.6		121.0		101.7		85.1		77.4		77.9				

NO.2

アスファルト上、栈木有、屋根有

tapeno	位置	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m ³	7/25		含水率	8/19		含水率	9/9		含水率	9/29		含水率	10/20		含水率	11/6		含水率
						重量kg	全乾重量		重量kg	含水率		重量kg	含水率		重量kg	含水率		重量kg	含水率		重量kg	含水率	
1	619	1	149.5	22.5	21	0.07	43.1	21.26	102.7	33.7	58.5	29.3	37.8	26.1	22.8	24.5	15.3	24.1	13.4				
2	620	1	150.5	23	20.5	0.06	51.6	18.22	183.2	45.4	149.2	41.5	127.8	37.4	105.3	35	92.1	33.7	84.9				
3	621	1	149.5	20	19	0.05	35.5	15.19	133.8	28.7	89.0	24.9	64.0	21.5	41.6	19.9	31.1	19.4	27.8				
4	622	1	149.5	24.5	23	0.08	57.4	24.30	136.3	50.7	108.7	46.0	89.3	40.2	65.5	36.5	50.2	34.8	43.2				
5	623	1	149.5	21.5	20	0.06	45.6	18.22	150.3	37.0	103.1	33.5	83.8	31.1	70.7	30.1	65.2	29.9	64.1				
6	624	1	149	23	20	0.06	49.8	18.22	173.3	37.7	106.9	33.7	84.9	31.5	72.9	30.5	67.4	30.6	67.9				
7	625	2	150.5	20.5	18.5	0.05	41.8	15.19	175.3	31.9	110.1	28.1	85.1	25.2	66.0	24.4	60.7	24.5	61.3				
8	626	2	149.5	20.5	19	0.05	41.4	15.19	172.6	37.8	148.9	35.6	134.4	31.3	106.1	28.8	89.7	27.8	83.1				
9	627	2	151.5	25.5	23	0.08	64.2	24.30	164.2	59.0	142.8	55.2	127.2	50.5	107.9	47.1	93.9	45.5	87.3				
10	628	2	150	23.5	20.5	0.06	48.9	18.22	168.4	44.3	143.1	41.6	128.3	36.8	102.0	33.6	84.4	32.2	76.7				
11	629	2	149.5	23.5	20.5	0.06	51.8	18.22	184.3	43.7	139.8	39.7	117.9	35.6	95.4	33.5	83.8	32.9	80.6				
12	630	3	150	23	20	0.06	41.9	18.22	129.9	34.2	87.7	31.5	72.9	28.5	56.4	27.6	51.5	27.0	48.2				
13	631	3	150.5	21	20	0.06	39.7	18.22	117.9	32.7	79.5	28.6	57.0	24.9	36.7	22.8	25.1	22.5	23.5				
14	632	3	152	22.5	19.5	0.06	49.9	18.22	173.8	43.3	137.6	40.0	119.5	35.3	93.7	32	75.6	31.3	71.8				
15	633	3	149.5	22.5	21	0.07	48.0	21.26	125.8	39.2	84.4	34.9	64.2	31.2	46.8	29.8	40.2	29.4	38.3				
16	634	4	150	19.5	18.5	0.05	35.6	15.19	134.4	25.1	65.3	20.9	37.6	18.8	23.8	18.3	20.5	18.4	21.2				
17	635	4	149.5	22	19.5	0.06	40.3	18.22	121.2	28.5	56.4	25.2	38.3	23.6	29.5	22.9	25.7	23.2	27.3				
18	636	4	150.5	24	23.5	0.08	59.7	24.30	145.7	44.1	81.5	38.7	59.3	35.3	45.3	33.7	38.7	33.8	39.1				
平均							×303.7		149.6		105.1		85.0		66.0		56.2		53.3				

NO.3

アスファルト上、栈木無、屋根無

		7/29					8/19		9/9		9/29		10/20		11/6				
tapeno	位置	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m ³	重量kg	全乾重量	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率			
1	637	1	152	24.5	21.5	0.07	54.9	21.26	158.2	53.1	149.8	49.4	132.4	45.2	112.6	44.8	110.7	45.8	115.4
2	638	1	150	25.5	21	0.07	55.6	21.26	161.5	56.8	167.2	53.8	153.1	49.9	134.7	48.4	127.7	48.7	129.1
3	639	1	151	24.5	20	0.06	49.9	18.22	173.8	47.7	161.8	45.0	147.0	41.8	129.4	39.6	117.3	39.3	115.7
4	640	1	152	27.5	20.5	0.06	46.4	18.22	154.6	44.4	143.7	41.5	127.8	37.9	108.0	36.2	98.7	36.5	100.3
5	641	1	150	25.5	22	0.07	47.2	21.26	122.0	46.0	116.4	42.2	98.5	38.4	80.6	37.4	75.9	37.4	75.9
6	642	1	150.5	25	21	0.07	54.1	21.26	154.5	51.1	140.4	45.4	113.6	41.7	96.2	40.4	90.0	40.4	90.0
7	643	2	150.5	26	21.5	0.07	51.9	21.26	144.1	46.5	118.7	41.4	94.7	37.1	74.5	35.9	68.9	36.4	71.2
8	644	2	151.5	25	21.5	0.07	49.5	21.26	132.8	48.9	130.0	45.1	112.2	41.3	94.3	40.3	89.6	40.6	91.0
9	645	2	149.5	25	23	0.08	57.2	24.30	135.4	54.6	124.7	50.5	107.9	46.4	91.0	44.2	81.9	44.1	81.5
10	646	2	152.5	21	20	0.06	41.5	18.22	127.8	39.7	117.9	36.3	99.2	33.7	84.9	32	75.6	31.7	74.0
11	647	2	152	28	23.5	0.08	69.6	24.30	186.5	67.7	178.7	62.9	158.9	57.8	137.9	55.8	129.7	55.7	129.3
12	648	3	150.5	27	23.5	0.08	68.5	24.30	181.9	66.2	172.5	62.2	156.0	58.4	140.4	56.4	132.1	55.9	130.1
13	649	3	150.5	26	22	0.07	53.2	21.26	150.3	51.7	143.2	48.0	125.8	44.4	108.9	42.9	101.8	43.2	103.2
14	650	3	151	25	21	0.07	49.3	21.26	131.9	47.5	123.4	43.4	104.2	40.2	89.1	38.5	81.1	38.9	83.0
15	651	3	148	25	21	0.07	43.5	21.26	104.6	40.1	88.6	36.4	71.2	33.7	58.5	31.2	46.8	31.3	47.2
16	652	4	151	25	23.5	0.08	49.5	24.30	103.7	46.4	91.0	41.6	71.2	38	56.4	36.5	50.2	36.6	50.6
17	653	4	148	27	24	0.09	59.0	27.33	115.9	56.1	105.3	51.5	88.4	48.9	78.9	48.2	76.3	49.3	80.4
18	654	4	149.5	27.5	23	0.08	53.0	24.30	118.1	49.2	102.5	43.8	80.3	40.4	66.3	39.6	63.0	39.9	64.2
平均							×	303.7	142.1		132.0		113.5		96.8		89.9		90.7

寒河江市田代公社産 8/19伐採
NO.1 林内土砂上、残木有、屋根無

tapeno	位置	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m³	8/27		9/9		9/29		10/20		11/6	
						重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率
1	661	1	152.5	28.5	0.10	71.3	26.26	171.5	68.4	160.5	65.6	149.8	66.2	152.1	68.4
2	662	1	152	27.5	0.10	63.4	26.26	141.4	61.4	133.8	58.4	122.4	57.8	120.1	57.4
3	663	1	152.5	29	0.11	62.2	28.89	115.3	60.3	108.8	58.6	102.9	58.8	103.8	60.0
4	664	1	151	24.5	0.07	42.0	18.38	128.5	39.1	112.7	36.1	96.4	35.4	92.6	36.0
5	665	2	151.5	25	0.08	51.8	21.01	146.6	49.2	134.2	47.4	125.6	47.6	126.6	46.3
6	666	2	151.5	27	0.09	66.5	23.63	181.4	63.9	170.4	61.8	161.5	62.4	164.0	64.8
7	667	2	152	27	0.10	63.9	26.26	143.3	61.0	132.3	57.6	119.4	57	117.1	57.1
8	668	3	151	26	0.08	52.2	21.01	148.5	50.5	140.4	48.3	129.9	48.1	129.0	48.2
9	669	3	151.5	24	0.08	50.1	21.01	138.5	47.3	125.2	45.3	115.6	44.9	113.7	45.3
平均						×262.6		146.1		135.3		124.8		124.3	126.6

NO.2 林内土砂上、残木有、屋根有

tapeno	位置	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m³	8/27		9/9		9/29		10/20		11/6	
						重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率
1	670	1	151.5	26	0.09	53.3	23.63	125.5	51.1	116.2	47.9	102.7	45.9	94.2	44.9
2	671	1	150.5	21	0.05	34.4	13.13	162.0	32.7	149.1	30.2	130.0	28.4	116.3	27.6
3	672	1	151	22	0.06	44.9	15.76	185.0	42.5	169.7	38	141.2	35.3	124.0	34.7
4	673	1	152	28	0.10	70.8	26.26	169.6	67.2	155.9	60.4	130.0	59.6	127.0	58.3
5	674	2	151.5	26	0.09	52.2	23.63	120.9	50.6	114.1	47.9	102.7	46	94.6	44.9
6	675	2	151.5	24	0.07	50.0	18.38	172.0	48.2	162.2	44.5	142.1	42.4	130.7	41.3
7	676	2	152	23	0.07	46.8	18.38	154.6	44.2	140.5	40	117.6	37.3	102.9	35.8
8	677	3	151	22.5	0.07	44.2	18.38	140.5	42.5	131.2	39.4	114.3	37.2	102.4	36.0
9	678	3	152.5	22.5	0.07	45.0	18.38	144.8	42.7	132.3	39.3	113.8	36.3	97.5	35.1
平均						×262.6		152.8		141.2		121.6		110.0	104.3

NO.3 林内土砂上、残木無、屋根無

tapeno	位置	長さcm	元口径cm	末口径cm	材積m³	8/27		9/9		9/29		10/20		11/6	
						重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率	重量kg	含水率
1	679	1	151.5	28.5	0.11	66.4	28.89	129.9	65.0	125.0	63.2	118.8	63.2	118.8	63.8
2	680	1	151	25	0.08	51.1	21.01	143.2	50.2	139.0	48.9	132.8	49.7	136.6	50.8
3	681	1	152.5	26.5	0.09	62.4	23.63	164.0	61.7	161.1	61.1	158.5	64	170.8	64.0
4	682	1	151	27.5	0.10	56.2	26.26	114.0	53.4	103.4	51.6	96.5	52.2	98.8	53.7
5	683	2	151.5	24.5	0.08	48.4	21.01	130.4	46.7	122.3	45.3	115.6	45.1	114.7	45.6
6	684	2	152	25.5	0.09	52.6	23.63	122.6	51.0	115.8	49	107.3	49.6	109.9	46.5
7	685	2	151.5	22	0.06	39.6	15.76	151.3	37.4	137.4	35.3	124.0	35.2	123.4	33.7
8	686	3	151.5	25	0.07	55.7	18.38	203.0	52.5	185.6	49.6	169.8	49.8	170.9	50.9
9	687	3	152	24	0.07	51.2	18.38	178.5	48.4	163.3	45.7	148.6	44.8	143.7	45.9
平均						×262.6		148.6		139.2		130.2		132.0	132.5



サンプル No.1,2 保管土場



サンプル No.1,2保管状況 (敷砂利積木高30~40cm)



サンプル No.3,4 保管土場



サンプル No.3,4保管状況 (地面積木高約30cm)



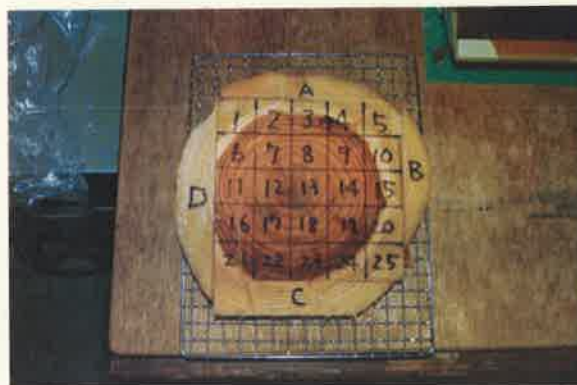
サンプル No.5,6 伐採現場土場



サンプル No.5,6 保管状況(地面直置き)



含水率測定サンプルNo.1



含水率測定サンプルNo.2



含水率測定サンプルNo.3



含水率測定サンプルNo.4



含水率測定サンプルNo.5



含水率測定サンプルNo.6



サンプル No.1 保管土場



サンプル No.1保管状況 コンクリート棧木高(40cm)



サンプル No.2,3 保管土場



サンプル No.2,3保管状況 (敷砂利棧木高約25cm)



含水率測定サンプルNo.1



含水率測定サンプルNo.2

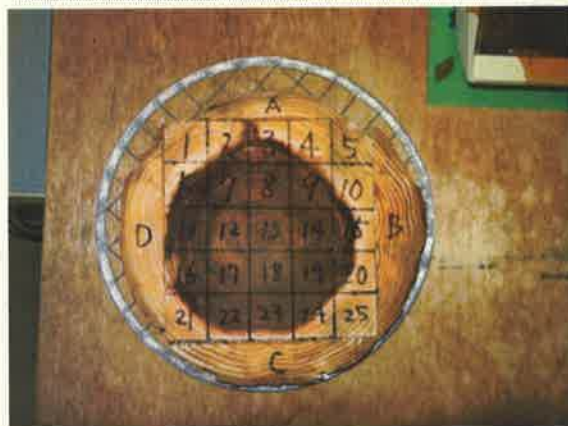


含水率測定サンプルNo.3



サンプル No.1,2 保管土場

サンプル No.1,2保管状況 地面直置き



含水率測定サンプルNo.1

含水率測定サンプルNo.2



サンプル No.1,2 保管土場



サンプル No.1,2保管状況 敷砂利栈木高(30cm)



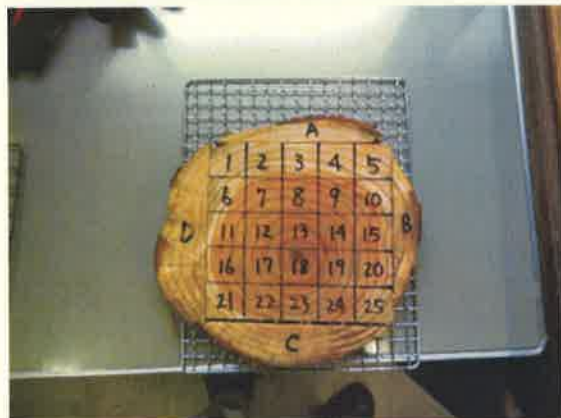
サンプル No.3 保管土場



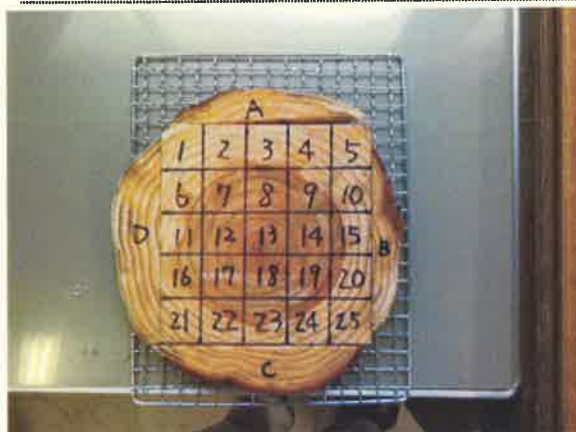
サンプル No.3保管状況 (敷砂利栈木高約30cm)



含水率測定サンプルNo.1



含水率測定サンプルNo.2



含水率測定サンプルNo.3