

I. はじめに

山形県の森林資源は充実期を迎え、スギ人工林の高齢化が進んでいます。森林研究研修センターでは、増加する高齢級スギ資源の用途拡大を目的に、大径丸太材（末口直径30cmを超えるもの）を建築用材として利用するために必要となる乾燥試験に平成27年度から取り組むことになりました。

そこで、先行事例として、県内各地で主にスギ丸太材を使用している施設を対象に、丸太材を用材として選択した理由や入手方法、乾燥方法、竣工後の経過、割れの発生状況、利用者の反応等について、アンケートや聞き取りを行い、あわせて現地調査による情報収集を行い、試験研究に反映させていくことにしています。

また、調査を行う際、丸太の良さを活かしたデザインや創意工夫に富んだ設計等、丸太の魅力を上手に情報発信している施設に多く巡り会いました。それら優良事例を写真集としてまとめ、情報提供することにしました。

II. 調査方法

1. 調査対象と調査の進め方

調査対象は主にスギ丸太材を建築用又は装飾用等として利用している施設で、公共・民間問わず協力いただける施設を対象としました。

進め方は、県内各総合支庁森林整備課の協力により調査対象をリストアップし、アンケート調査と現地調査による情報収集を行いました。調査結果の集計と分析を行い、成果は県のHP等でも公表していく予定です。

調査は、アンケート調査と現地実態調査の2項目により実施しました。

2. アンケート調査

アンケート用紙【P2～3】を事前に丸太材を使用した施設管理者に配布、現地調査時に回収する方法を採用し、下調べ時間の確保に努めました。これにより、丸太に対する嗜好性や丸太のある建築物の印象、割れに関する意識等の情報収集を行いました。

調査項目は、Q1 丸太選択の理由、Q2 産地、Q3 仕入先、Q4 乾燥、Q6 天然乾燥期間、Q7 背割りの有無、Q8 竣工後の経過期間、Q9 割れの発生時期、Q11 色艶の劣化、Q12 シミ等の発生、Q15 丸太の印象、Q16 丸太の割れに対する印象、Q17～その他丸太に関する意見要望等について、となっています。

3. 現地実態調査

アンケート情報を基に、丸太の入手方法、乾燥方法、建築状況、竣工後の変化、割れの発生状況、その他について、実測と聞き取りによる調査を行いました。協力いただいた施設は45施設、調査した丸太は52本となりました。

具体的調査方法は、施設内で施行されている丸太の中で、最も大きいと思われる割れが発生している丸太を対象として、背割りの有無、丸太の径、割れ長さ、割れ幅、割れ深さ、表面含水率等を実測しました。

また、設計段階（調達先、納入条件、乾燥、塗装等）、施工段階（施工管理、仕様書、塗装等納入材の確認法）、管理段階（補修状況、管理塗装等）において、実施した対策及び発生した不具合とその対応策等について、聞き取り調査を実施しました。

III. 調査結果

1. アンケート調査

アンケートの内容は以下のとおりです。

丸太材使用施設の管理者の皆様へ

アンケートにご協力をお願いします



山形県森林研究研修センター

施設内に丸太材をご利用いただき感謝申し上げます。森林資源を最もシンプルに自然な形で利用した建築資材が丸太だと思います。今後、丸太材の利用拡大に向けて必要な情報を収集するために、下記のアンケートに御協力をお願いします。

記

- Q1 丸太材を用材として選択した理由は何ですか？
1. 木のぬくもり 2. 色艶がよい 3. 人に優しい 4. 地域材の振興
5. その他（ ）
- Q2 材の産地はどこですか？
1. 山形県(村山、最上、置賜、庄内)地方 2. 東北地方（ ）県
3. その他（ ）県
- Q3 材の購入先はどこですか？
1. 森林組合 2. 素材生産業者 3. 製材業者 4. わからない
- Q4 材の乾燥はしましたか？
1. 乾燥した【Q5へ】 2. 乾燥していない 3. わからない
- Q5 乾燥した場合、人工乾燥ですか、天然乾燥ですか？
1. 人工乾燥 2. 天然乾燥【Q6へ】
- Q6 天然乾燥の場合、期間はどの程度でしょうか？
1. 60日以内 2. 120日以内 3. 半年以内 4. 1年以内 5. 1年超
- Q7 丸太に背割りは入っていますか？
1. 入っている 2. 入っていない 3. わからない
- Q8 竣工後の経過期間はどの程度でしょうか？
1. 1年以内 2. 3年以内 3. 5年以内 4. 10年以内 5. 10年超
- Q9 竣工後、丸太にひびや割れは発生していませんか？
1. 竣工時からあった【Q10へ】 2. 竣工後発生した【Q10へ】 3. わからない

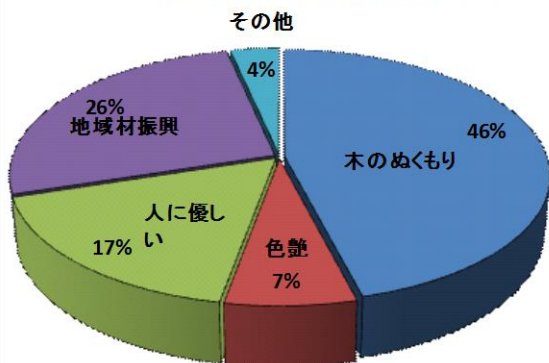
でした。

4. 丸太の乾燥は「人工乾燥」7%、「天然乾燥」30%、「未乾燥」13%、「不明」50%でした。人工乾燥はくん煙乾燥、天然乾燥は葉枯らし乾燥等を含んでいます。

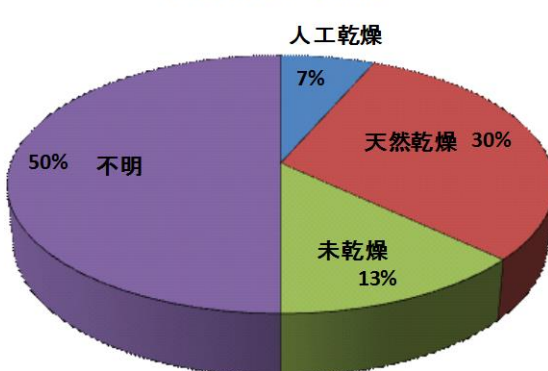
6. 天然乾燥の期間は「～60日」28%、「～120日」29%、「～180日」14%、「～1年」29%でした。

7. 背割りの有無は「有り」37%、「無し」52%、「不明」11%でした。

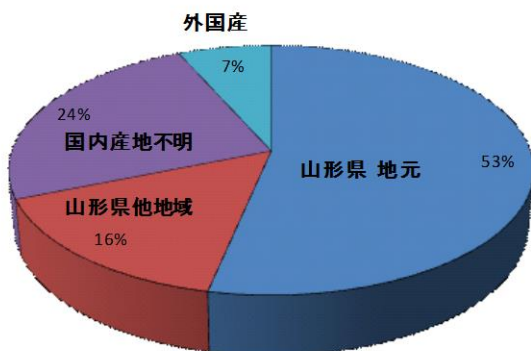
Q1.丸太を選択した理由



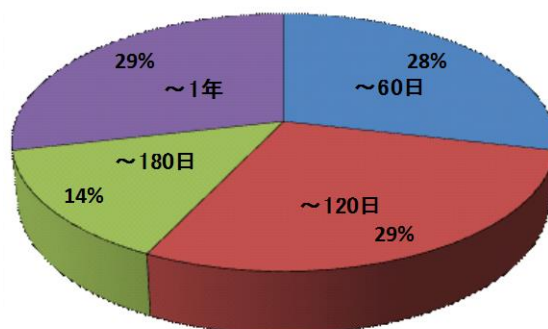
Q4.丸太の乾燥



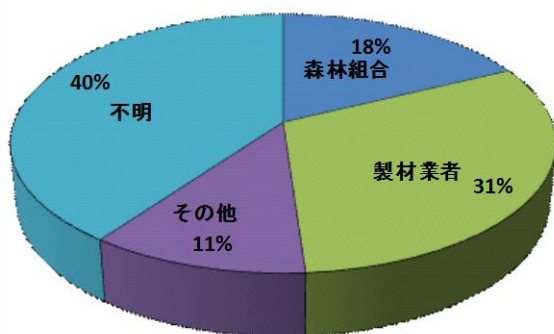
Q2.丸太の産地



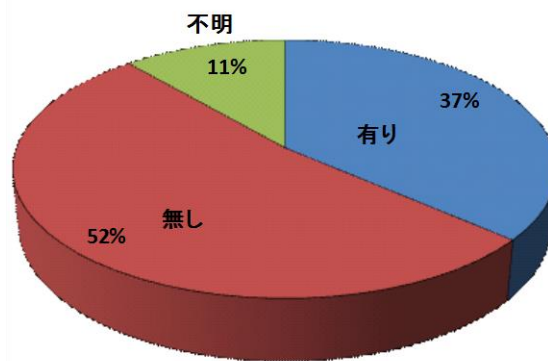
Q6.天然乾燥の期間



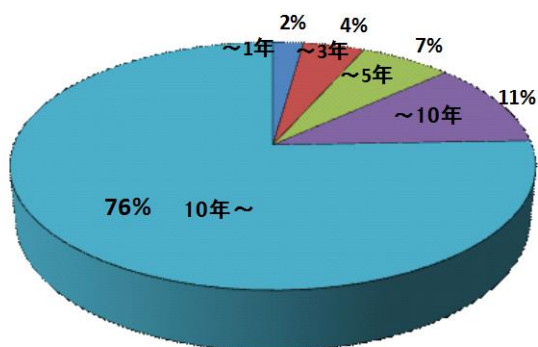
Q3.購入先



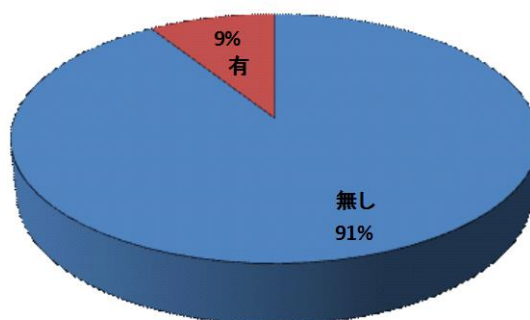
Q7.背割りの有無



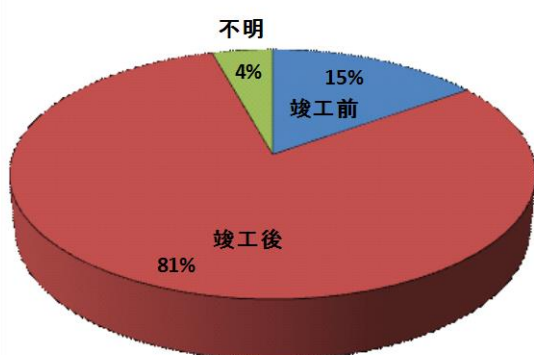
Q8.竣工後の経過期間



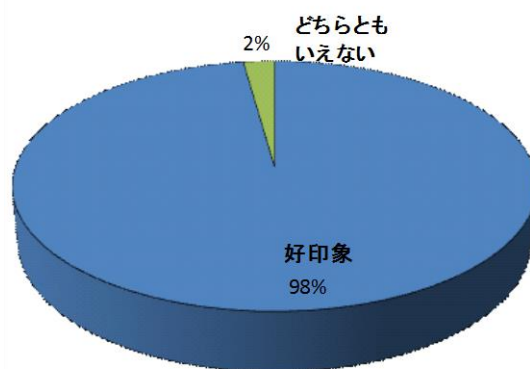
Q12.シミ等汚れの発生



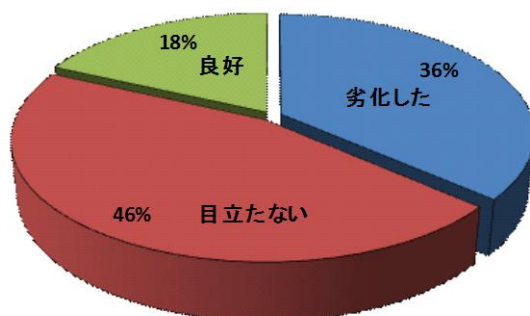
Q9.割れの発生時期



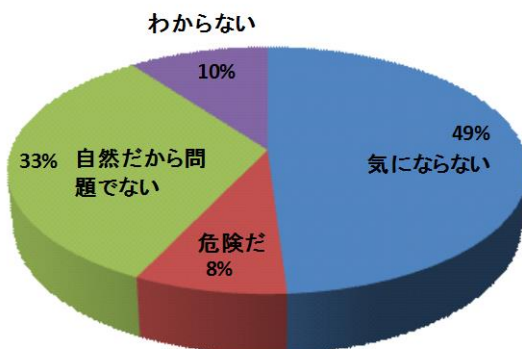
Q15.丸太の印象



Q11.色艶の劣化



Q16.丸太の割れの印象



8. 竣工後の期間は「～3年」6%、「～5年」7%、「～10年」11%、「10年～」76%でした。

9. 割れ発生時期は「竣工前」15%、「竣工後」81%、「不明」4%でした。

11. 色艶の劣化は「劣化した」36%、「目立たない」46%、「劣化なし」18%でした。

12. シミ等汚れの発生は「無し」91%、「有り」9%でした。

15. 丸太の印象は「好印象」98%、「どちらともいえない」2%でした。

16. 割れの印象は「気にならない」49%、「自然だから問題ない」33%、「危険だ」8%、「わからない」10%でした。丸太は割れるもの、問題ない、という意識があるようです。

17. 丸太の割れに対する反応では、「子供の指の怪我が心配」という声が学校からありま

した。割れるのは当然、強度に問題ないので心配していない、という反応があった一方で、割れに悪戯する客がいる、見た目が悪い、という声もありました。

18. 丸太の利用への意見等では、もっと使いたい、太さに驚く、風格がある、丸太は製材に比べ無駄がなくコストが安い、環境に優しい、ログ利用の評価が高い、ぬくもりが感じられる、建物の雰囲気合っている、環境保護の啓発効果もある、丸太を活かした施設が好評だ、等の好意的な声が大多数を占めました。一方で、竣工直後や暖房に伴う割れの拡大など形状が安定しないため維持管理が大変、維持管理に関する情報がほしい、などの意見や要望もありました。

2. 現地実態調査

1) 丸太の割れ発生状況等調査

施設内において施行されている丸太の中で、最も大きいと思われる割れの発生している丸太を対象として、背割りの有無、丸太の径、割れ長さ、割れ幅、割れ深さ、表面含水率について、直径割り、ノギス、メジャー、高周波含水率計を用いて測定しました。調査は2015年6月から11月まで13回行いました。協力いただいた施設は45施設、調査した丸太等は52本でしたが、一部、太鼓落し等加工されたものや測定できない箇所にあるもの等もあり、サンプル数は47本となりました。調査結果は次のとおりです。

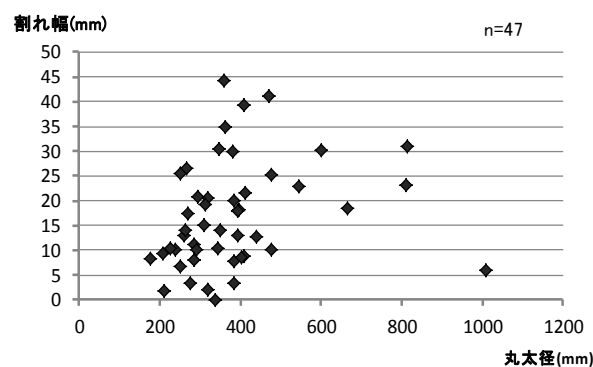


図 1 丸太径と割れ幅(背割含む)

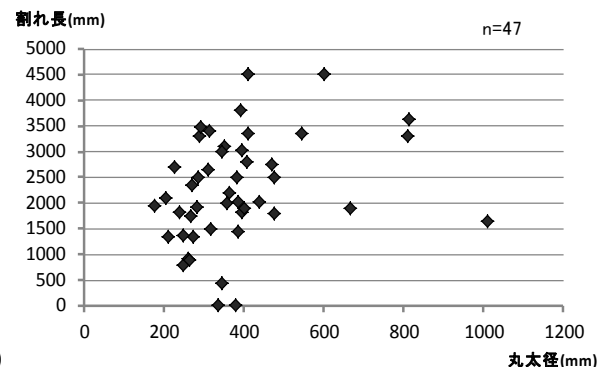


図 2 丸太径と割れ長さ

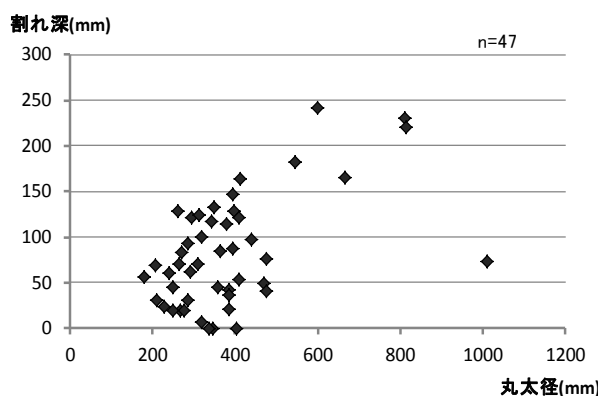


図 3 丸太径と割れ深さ

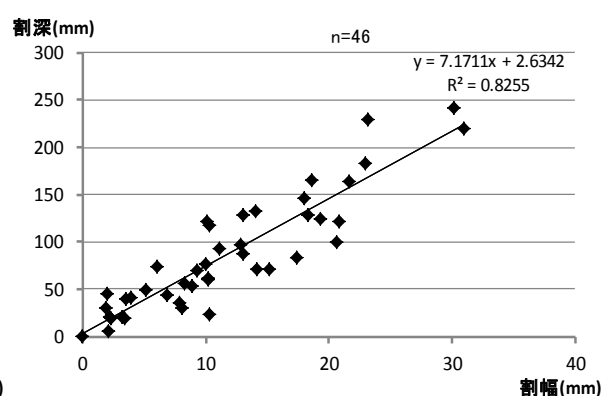


図 4 割れ幅と割れ深さ

丸太の直径(以下、丸太径と表記)の最大は1,010mm、最小178mm、平均384mmでした。

割れ幅は、背割りを含む場合、最大44.3mm、最小0mm、平均17.0mm(図1)で、背割りを含まない場合は最大34.9mm、最小0mm、平均12.2mmでした。丸太径の太さに応じて、割れ幅が大きくなっているようですが、径1,010mmの丸太材を約半年間自然乾燥して木部

浸透型塗料を施した結果、割れ幅が 6.0mm に収まっている事例もありました。これは割れを少なくする有効な手段と考えられ、試験してみる価値があると思われます。

割れ長さは、最大 4,500mm、最小 0mm、平均 2,297mm(図 2)。割れ深さは、最大 242.3mm、最小 0mm、平均 86.7mm(図 3)でした。いずれもバラツキが大きく関係性は不明です。また、割れ幅、割れ長、割れ深さについて相関がないか確認した結果、割れ幅と割れ深さには正の相関が認められました(図 4)。割れ幅の測定により割れ深さの推定が可能となり、割れ対策の情報として役立つものと期待されます。他の組合せの相関は認められませんでした。

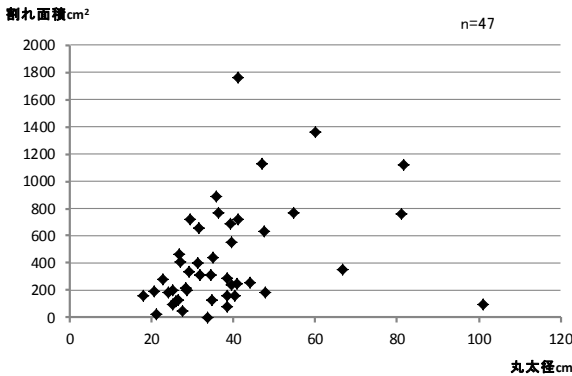


図 5 丸太径と割れ面積の関係

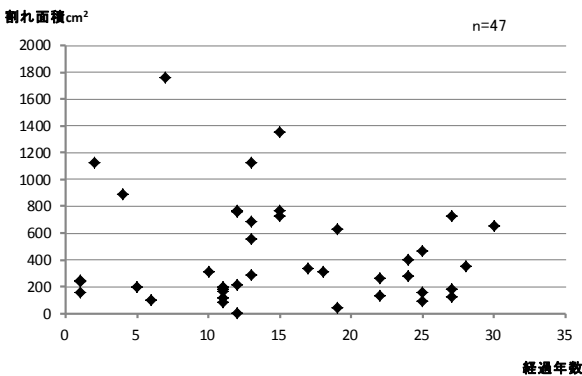


図 6 経過年数と割れ面積の関係

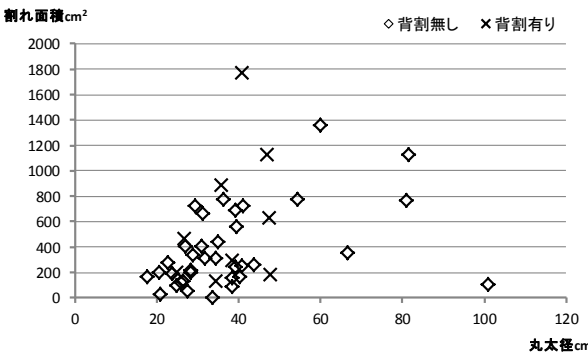


図 7 丸太径と割れ面積【背割有無比較】背割り含む

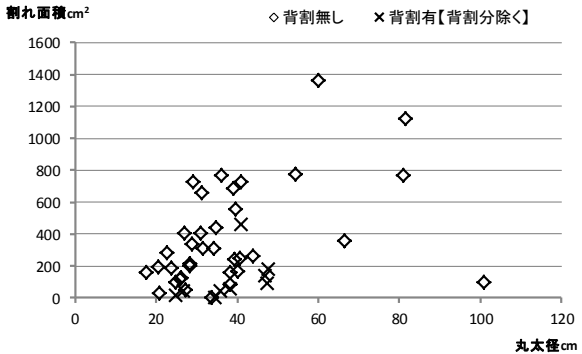


図 8 丸太径と割れ面積【背割有無比較】背割り含まず

割れ面積は、背割りを含んだ割れ面積は、最大 1,764cm²、最小 0 cm²、平均 427 cm²でした(図 5)。施設の経過年数と割れ面積の関係では、施工後間もない施設では大きな割れが発生する場合があります。平成 27 年竣工の施設において、竣工後に丸太の割れる経過をモニタリングする目的で設定した 3 本の丸太について、6 月と 11 月に同一箇所の割れ寸法を調査したところ、約半年の間に割れが大きく拡大していることを確認しました(表 1)。一方、築 15 年を超える経過年数の長い施設では大きな割れが認められませんでした(図 6)。なお、図 1～8 は 6 月 2 日のデータを適用しています。

表 1 竣工後間もない丸太の割れの拡大状況

丸太 No.	調査項目 調査日	割れ長 (cm)		割れ幅 (mm)		割れ深さ (mm)	
		6/2	11/18	6/2	11/18	6/2	11/18
No. 1		279	279	8.83	13.26	52.73	91.2
No. 2		201	201	7.84	10.18	36.23	81.6
No. 3		183	260	13.03	20.16	87.87	148.1

背割りの効果について、背割りも含んだ割れ面積で比較すると、一元配置分散分析による検定の結果、「背割あり」と「背割なし」との間に有意な差は認められませんでした(図7)。しかし、背割り部分を除く、割れ面積で比較すると、「背割なし」は平均経過年数 15 年、平均径 38.5cm で、割れ面積は最大 1,357 cm²、平均 376.3 cm²、最小 0 cm² 対し、「背割あり」は平均経過年数 11 年、平均径 38.2cm、割れ面積は最大 455cm²、平均 113.0 cm²、最小 3 cm² となっており、背割りの効果が認められました(図8)。

また、地域別の気象条件等の違いが、割れに影響を与えるか確認するため、総合支庁別に丸太径と割れ面積の関係をしてみると(図9)の結果となりました。

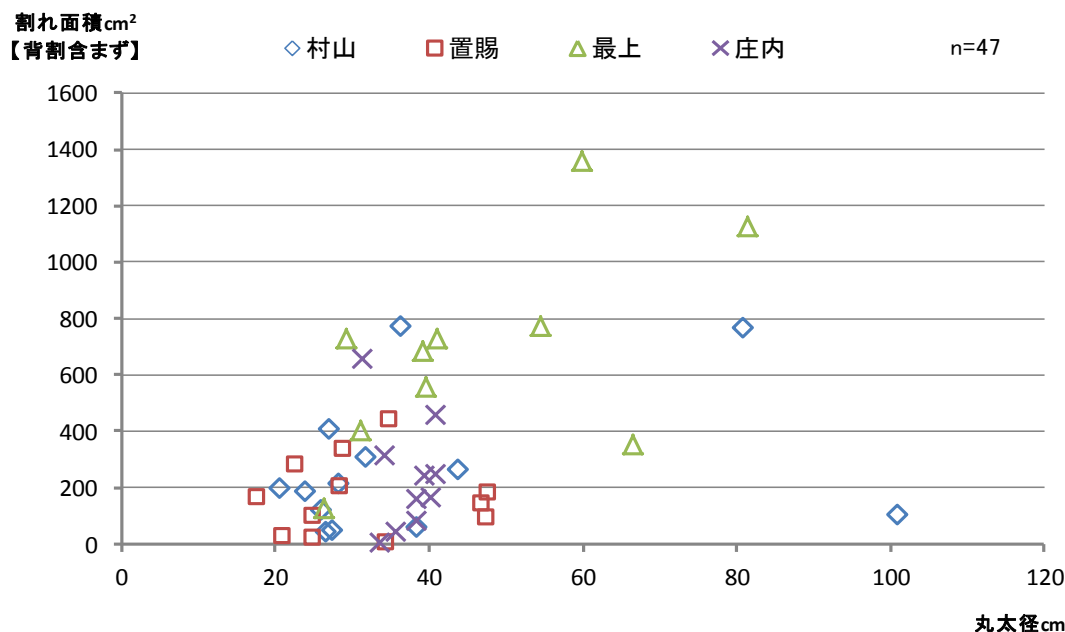


図 9 総合支庁別 丸太径と割れ面積

丸太径は、村山では最大 101cm、平均 39.4cm、最小 20.6cm、置賜は最大 47.7cm、平均 31.7cm、最小 17.8cm、最上は最大 81.5cm、平均 47.0cm、最小 26.4cm、庄内は最大 41.0cm、平均 37.0cm、最小 31.4cm で、割れ面積は、村山では最大 768cm²、平均 266cm²、最小 39cm²、置賜は最大 436 cm²、平均 163cm²、最小 3cm²、最上は最大 1,357cm²、平均 681cm²、最小 124cm²、庄内は最大 656cm²、平均 235cm²、最小 0cm² でした。いずれもサンプル数が 10 程度で、丸太設置箇所の温湿度や管理等の条件が異なることから、参考としてください。

高周波含水率計の調査結果は、各施設の丸太表面の含水率は 8%～30% でした。野外にある丸太ではやや高い傾向があるものの、測定時の天候等に大きく左右されるようです。室内でも降雨や高湿度の場合には 30% を越える場合もありました。竣工後経過年数と表面含水率の関係に相関はありませんでした。また、同じ丸太でも、日向側は低く、日陰側は高い傾向がありました。

以上の調査データの一覧を【P10】に示します。

2) 聞取り調査

設計段階(調達先、納入条件、乾燥、塗装等)、施工段階(施工管理、仕様書、塗装等納入材の確認法)、管理段階(補修状況、管理塗装等)において、実施した対策及び発生した不具合とその対応策等について、聞取り調査を実施しました。得られた情報を項目別にまとめました。

(1) 設計段階：

- ・丸太等木材に造詣の深い設計士に設計を依頼することが第一歩。部材配置と強度計算及び出来上がる施設全体の雰囲気との融合を念頭に維持管理まで網羅した設計が理想。
- ・請負又は委託施工の場合、丸太納入に係る配慮が必要。例えば、丸太を含む木材等の納入に係る分離発注方式の採用や独自ネットワークによる調達方式を採用している場合もありました。こうした配慮がなければ、乾燥材の確保や丁寧な加工は望めない。
- ・乾燥丸太の調達には最低半年前に事前の情報提供が必要。
- ・設計仕様として含水率 20%を目標としている。
- ・直営で丸太を調達する際、選木、葉枯らし乾燥、燻煙乾燥等の加工等が可能となり、優良材の確保に役立つ。
- ・皮付き丸太のまま人工乾燥すると割れ防止効果が得られる。

(2) 施工段階：

- ・割れ止め防止塗料等の効果は高い。試してみてもどうか。以下聞き取った塗料名称【OSMO、VATON、OSLC、ブレンマー、柿渋仕上げ】
- ・葉枯らし乾燥は効果がある。
- ・床面と天井で鉄筋コンクリートの固定しており、割れ防止に役立っているようだ。
- ・寒切りは表面を美しく保ち、出来栄もよい。夏伐採では年輪形成の途中で、養分の移動も活発なため、カビによるシミ等の発生が起こりやすい。
- ・皮むきは人力、水圧バーカー等表面を傷めない配慮が必要。しかしコスト高。
- ・背割りは中心まで入れないと効果がない。

(3) 管理段階：

- ・割れ部分に充填剤を注入して、景観対策と怪我の予防に努めている。材料【埋木、ウレタン、樹脂類、シーリング剤等】
- ・塗料塗布により表面を保護している。以下、名称【キシラデコール、自然系木部浸透型着色剤、木材保存剤等】
- ・煙による割れ防止効果があるようだ。囲炉裏、バーベキュー等で燻煙

以上の情報を収集することができました。これらの中で、燻煙乾燥及び割れ止め防止用塗料等の効果を確かめる試験を検討したいと考えています。

IV. 優良事例等の紹介

実態調査の際、丸太の良さを活かしたデザインや創意工夫に富んだ設計等、丸太の魅力を上手に情報発信している施設に多く巡り会いました。それら事例を写真にまとめましたので、資料編に掲載して情報提供します。なお、外材丸太や太鼓落とし等の加工が加えられた優良事例については、参考事例として情報提供します。

V. 謝辞

アンケート及び実態調査に際して、業務多忙な中、御協力いただいた多くの施設関係者の方々と、施設のリストアップや関係者との調整、実態調査に協力いただいた各総合支庁森林整備課の担当者及び当センター同僚各位に、厚く御礼申し上げます。

丸太の割れ発生状況等調査データ一覧

施設名	経過 年数	樹種	調査項目							
			丸太径cm	背割幅mm	背割深mm	割れ長cm	割れ幅mm	割れ深mm	表面含水率	含水率所見等
山形地方森林組合	25	スギ	26.7	24.37	測定不可	175	2.25	19.66	12	
やまっく【産直販売施設】	19	スギ	27.5	なし	—	135	3.42	18.99	8	
もり～な天童【天童市森林情報館】	12	スギ	36.3	なし	—	220	34.92	84.80	11	
㈱マルニ鈴木食品【食堂】	12	スギ	81.0	なし	—	330	23.11	230.00	11	
村山市東沢公園バラ交流館	18	米松	31.8	なし	—	150	20.58	100.00	20	
西川小学校	6	スギ	101.0	なし	—	165	6.01	73.60	19～25	日陰部高い
もくもく交流館【ゆったり館】	13	スギ	38.5	16.1(埋木)	—	145	3.92	41.43	10～13	
海味コミュニティ施設	11	スギ	26.0	なし	—	92	13.02	128.66	13～16	
仁田山放牧場べっこ館		スギ	20.6	なし	—	210	9.24	69.43	11～25	建物側高い
西川町民スキー場管理センター		外材?	27.0	なし	—	234	17.34	83.11	13～16	
桂林コミュニティ施設	12	スギ	28.4	なし	—	193	11.10	93.15	13～17	建物側高い
Asahi自然観大地	27	スギ	23.9	なし	—	183	10.15	60.63	13～18	
大江町山里交流館 やまさあーべ	22	スギ	43.9	なし	—	203	12.77	97.62	28～35	
フラワー長井線 梨郷駅舎	17	外材?	29.0	なし	—	330	10.20	61.10		
飯豊町中部地区農村活性化センター	11	スギ	47.7	測定不可	—	180	10.00	76.00	10	
西置賜ふるさと森林組合白鷹支所		スギ	21.0	なし	—	135	1.85	30.00		
吉野森林交流センター	5	スギ	25.0	23.14	—	78	2.23	20.00	11	
小国町立小国小学校	2	スギ	47.0	36.0(埋木)	—	274	5.09	49.69	13～28	バラツキ多い
健康の森横根ログハウス	24	スギ	22.7	なし	—	270	10.26	23.25	10	
マタギの郷交流館	11	スギ	28.5	なし	—	250	8.03	30.76	10	
レストランあいあい		カラマツ?	35.0	なし	—	310	14.08	133.00	13	
白い森木工館	22	不明	34.6	29.72	130.40	43	0.79	—		
源流の森センター	19	スギ	47.6	21.62	178.62	250	3.52	40.32	10～27	日陰部高い
長井市古代の丘炊事棟	25	スギ	25.0	なし	—	138	6.84	44.26	17～30	炊事場側高い
長井市古代の丘コテージ	25	スギ	17.8	なし	—	195	8.25	56.23	13～27	日陰部高い
グリーンハレー神室管理棟	28	スギ	66.6	なし	—	190	18.57	165.19	11～15	大黒柱
森林交流センター	15	スギ	60.0	なし	—	450	30.17	242.29	10～15	大黒柱
	15	スギ	29.4	なし	—	348	20.82	121.11	12～15	
森林学習館	27	スギ	41.1	なし	—	335	21.64	163.71		大黒柱
	27	スギ	26.4	なし	—	88	14.15	70.56		
ホットハウスカムロ	24	スギ	31.1	なし	—	265	15.12	70.95	11～14	
遊学の森もれび館	13	スギ	39.6	なし	—	302	18.33	128.42	16～19	室内柱
	13	スギ	39.3	なし	—	380	18.02	146.17	12～26	建物側高い
御野点所	15	スギ	54.6	なし	—	336	22.92	182.64	13～15	
川の駅ヤナ茶屋もがみ	13	スギ	81.5	なし	—	363	30.94	220.00	16～19	
鶴岡市勝福寺交流センター	6	スギ	設計 30	測定不可	測定不可	540	3.00	測定不可	測定不可	
庄内町北月山ロッジ	28	露カラマツ	30.0	なし	—	264	15.40			
鶴岡市朝日中学校	1	スギ	40.9	なし	—	279	8.83	52.73		モニ柱No.1
	1	スギ	38.5	なし	—	201	7.84	36.23		モニ柱No.2
	1	スギ	39.4	なし	—	183	13.03	87.87		モニ柱No.3
鶴岡市羽黒町創造の森交流館	24	スギ	設計 30	なし	—	320	20.00	測定不可	測定不可	
三川町東郷小学校校舎	10	スギ	設計 45	—	—	—	8.62	62.07	19	太鼓落材等
三川町東郷小学校相撲場	10	スギ	34.4	なし	—	300	10.32	117.34		
酒田市八幡家族旅行村管理棟	30	不明	31.4			340	19.30	124.75	11	
酒田市郡境・山谷コミュニティセンター	11	スギ	38.4	なし	—	250	3.24	20.54		室内丸太
	11	スギ	40.3	なし	—	190	8.60	ウル外埋		外構丸太
酒田市砂越コミュニティセンター	12	スギ	33.7	なし	—	0	0.00	0.00		室内丸太
	12	スギ	31.9	なし	—		2.11	6.31		外構丸太
鶴岡市道の駅しゃりん	25	スギ	38.0	なし	—	測定不可	30.00	114.00	12	
鶴岡市朝陽第4小学校相撲場		スギ	32.1	なし	—	139	5.50	22.40	21	
鶴岡市ほとりあ	4	スギ	35.9	42.32	測定不可	200	2.00	45.30	14	
鶴岡市鼠ヶ関小学校	7	スギ	41.0	29.09	ウル外埋戻	450	10.12	121.03	19～25	含水率日高低い

44 47 52
樹種
スギ 45
外材 4
不明 3

山 形 県

丸太利用施設調査報告

【資 料 編】

優良事例紹介

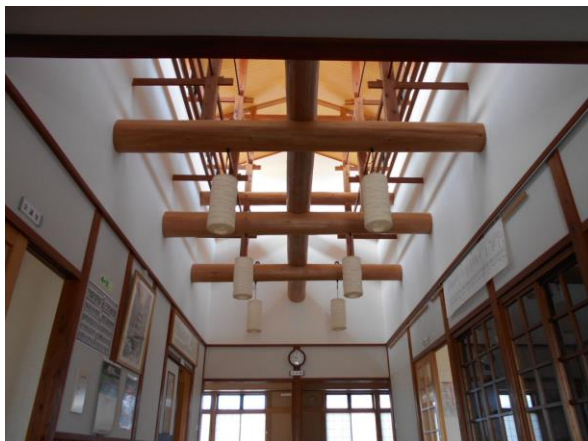
山形県森林研究研修センター

【※ 配列は調査時期の順です。】

【庄内1】 勝福寺交流センター 2010(H22)年3月竣工



施設外観

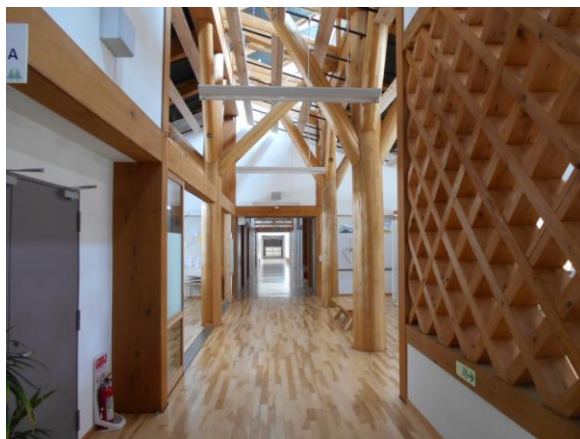


丸太利用状況及び内装(玄関ホールの丸太梁は割れが見えず、美しい)

【庄内2】 鶴岡市朝日中学校 2015(H27)年3月竣工



施設外観



丸太利用状況(多目的ホール等に20本の丸太柱を使用)

【庄内3】 羽黒創造の森交流館 1992(H4)年8月竣工



施設内丸太利用状況(杉の梁丸太が美しい)

【庄内4】 酒田市家族旅行村管理棟 1985(S60)年竣工



施設内丸太利用状況(売店、レストラン内の柱と梁が丸太、良い雰囲気)

【庄内5】 酒田市コミュニティーセンター 2004(H16)年竣工

砂越 施設外観



郡境・山谷 施設外観



砂越ミセン 丸太利用状況 (丸太柱に割れなし)

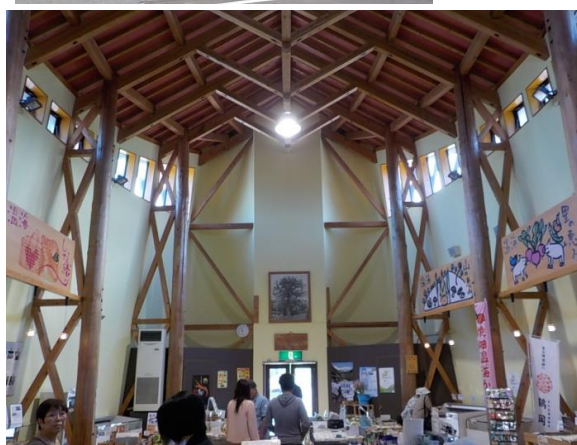
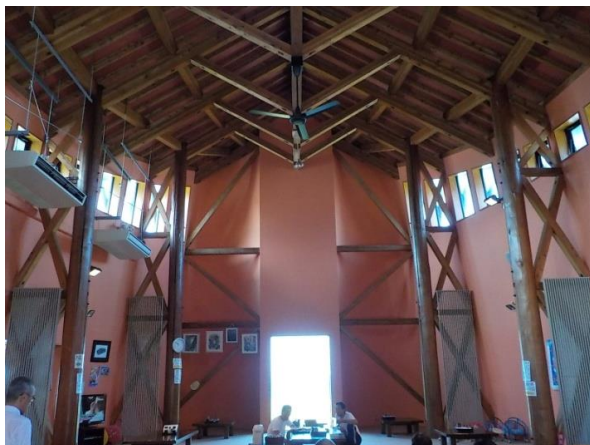


郡境・山谷ミセン 丸太利用状況

【庄内6】 道の駅「あつみ」しゃりん 1990(H2)年竣工



施設外観



施設内丸太利用状況(開放的空間に長い丸太の存在感がある)

【庄内7】 鶴岡市ほとりあ 2012(H24)3月竣工

施設外観



施設内丸太利用状況(柱や階段手摺り、方杖等に丸太を使用)

【庄内8】 鶴岡市鼠ヶ関小学校
2009(H21)年11月竣工

施設外観



施設内丸太利用状況
各教室に1本ずつ配置

【置賜1】 飯豊町中部地区農村活性化センター 2005(H17)3月竣工



施設内丸太利用状況



施設外観



地元集落からの寄付されたシンボル丸太
(胸高直径47.7cm)

【置賜2】 南陽市吉野森林交流センター
2011(H23)12月竣工



施設外観



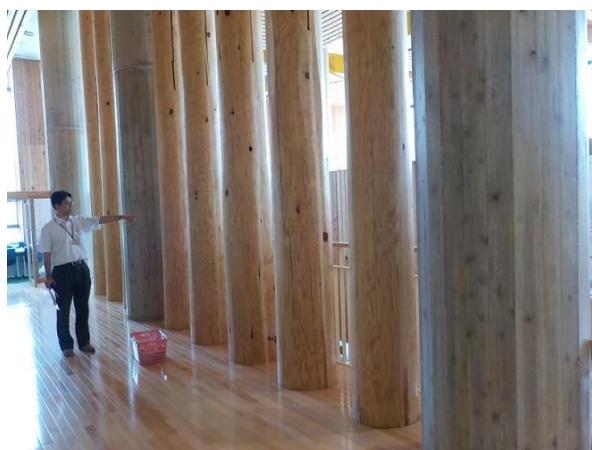
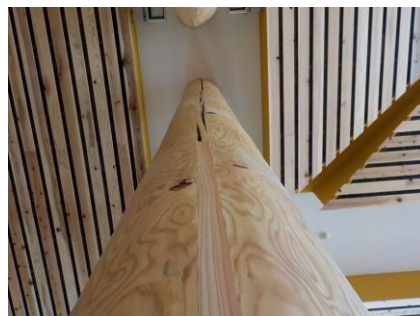
丸太利用状況(施設外構玄関部)



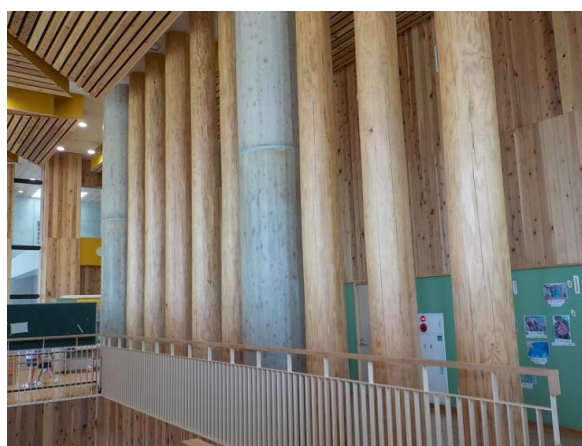
施設内装(磨き丸太使用状況)

【置賜3】 小国小学校 2014(H26)年3月竣工

施設外観



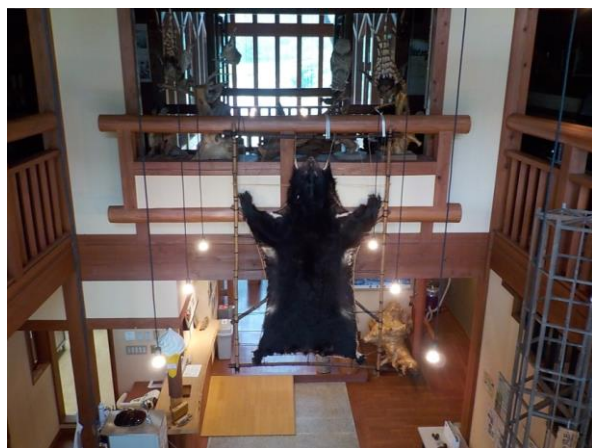
シンボル丸太の胸高直径47cm



統合8校のシンボル丸太が8本

【置賜4】 小国町マタギの郷交流館「マタギの館」 2005(H17)年3月竣工

施設外観



丸太利用状況(鄙びた雰囲気が漂う)

【置賜5】小国町道の駅横根 レストランあいあい 1988(S63)年12月竣工

施設外観



施設内丸太利用状況(雰囲気がい)

【置賜6】飯豊町源流の森センター 1996(H8)年竣工

施設外観



外構丸太



施設内部丸太利用状況(明るく開放的)