

石川県産スギ大径材から製材した正角の品質調査（第1報）

— 供試丸太の形質と製材工程及び製材された正角の品質 —

小倉光貴・松元 浩・石田洋二

I はじめに

本県の人工林（特にスギ）においては高齢級化が進み直径 30 cm 以上の大径材の供給が増加し、需要が多い柱適寸の丸太（直径 14~20cm）が減少する傾向となっている。

一方、大径材に関しては、その価値を高める新たな用途開発が求められている。その方法の一つとして、1 本の大径材から数本の正角を製材する木取りが有効であると考えられるが、その際に製材される心去り材は製材時の挽曲がりも含めて反りやすく、強度データも十分ではないことから、建築サイドでは使用に不安感がある。

本研究では、スギ大径材から製材される心去り正角の反りを計測し、乾燥操作時における荷重载荷による反り抑制の効果及び各種の強度性能を明らかにし、建築用材としての大径材の価値を高めることを目的として研究を行った。

本報では試験に供した丸太の形質と製材の工程及び生産された正角の品質について報告する。

II 調査内容及び方法

1 供試丸太

供試材は石川県産のスギ丸太 2 ~ 3 番玉で末口径級 36~46cm、長級 4 m 材（A~B 材相当）を、平成 30 年度~令和 2 年度の 3 か年で 33 本購入し、これに白山市内における治山工事に伴う支障木 10 本を加えた合計 43 本を供した。

2 製材前調査

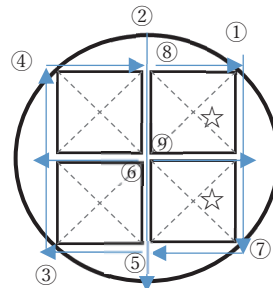
供試丸太は剥皮の上、長さ、末口及び元口の直径、同外周、年輪数、重量及び木口面への打撃による縦振動ヤング係数（E_{fr}）を測定した。また、素材の日本農林規格（以下、素材の JAS）に基づき円周方向に 4 分割して曲がり（最大矢高）、節径を測定し、さらに目まわり、虫食い、腐り等の有無について調査した。（松元、小倉ほか、2019）

3 製材方法

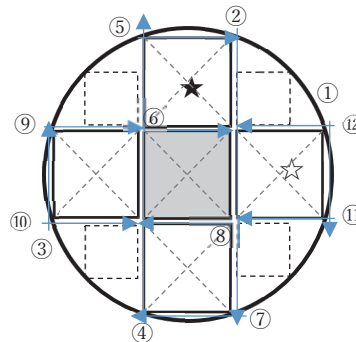
製材は県内の製材工場（石川県加賀市柏野町）において、送材車付き帯鋸盤（株菊川鉄工所製 KV-43/H-800）により行い、製材時間や工程の解析のためビデオ撮影により記録した。

製材木取りは図-1 に示すように、径級により 4 丁取りから 7 丁取りとし、製材時の断面寸法は 135 mm 角（仕上がり寸法 120 mm 角）、120 mm 角（同 105 mm 角）、125 mm 角（同 105 mm 角）とした。

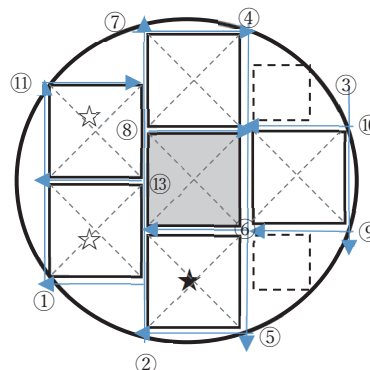
製材本数は 135 mm 正角が 27 本（内、心去り 24 本）、120 mm 正角が 100 本（同 84 本）、125 mm 正角が 116 本（同 100 本）で、残余の部分から正割（75~80 mm 角、丸身ありを含む）80 本を得た。



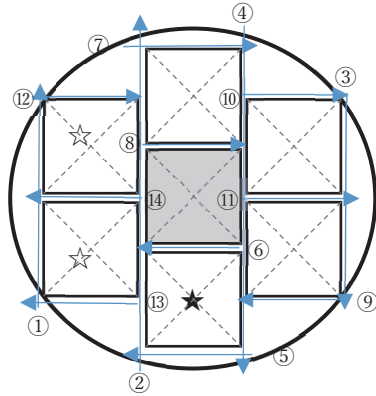
4 丁取り (φ36~38cm)



5 丁取り (φ38~42cm)



6 丁取り (φ42~44cm)



7丁取り (φ44~46cm)

図-1 木取り図

注) 網掛けは心持ち材、破線枠は正割、矢印は鋸入れ方向、丸数字は鋸入れ順、☆は最初の鋸入れで丸太から分離した正角
★は太鼓挽後に先出した正角

4 製材の品質調査

挽き上がった正角について、寸法、重量、高周波水分計 (HM520) による含水率、Efr、材面毎の矢高を測定し、4面の最大値を最大曲がり量として JAS の目視等級区分構造用製材 (以下、JAS1083-3) に基づいて評価した。また、材面の品質 (節径、割れなど) については乾燥、仕上げ終了後に、JAS1083-3 の甲種Ⅱに基づいて評価した。

Ⅲ 調査結果及び考察

1 丸太の製材前調査結果

供試丸太 43 本の調査結果及び製材調査の結果を表-1 にまとめた。密度、Efr、末口年輪幅の平均値はそれぞれ 684.2kg/m³、7.65kN/mm²、3.4mm であった。

素材の JAS に基づく等級区分別本数は、1 等 10 本、2 等 17 本、3 等 16 本であった。等級の決定因子となった主な欠点は、17 本 (全体の 35%) に見られた目まわり (内、4 本については 10% 以上の目まわり) と、10 本 (23%) に見られたカミキリムシ類による虫害である。(10 本中 9 本は支障木)

また、製材に要する所要時間については習熟度が異なるオペレーターによる作業であることを考慮しなければならぬが、正角 1 本当りの所要時間は 1 分 35 秒～3 分 59 秒で、平均の所要時間は 2 分 44 秒であった。

2 製材品の品質調査結果

JAS1083-3 における材面の評価のうち曲がりについては、材長に対する最大矢高が甲種Ⅱ及び乙種においては 1 級で 0.2%、2 及び 3 級で 0.5% 以下とされている。製材後における曲がり率の測定結果は図-2 ①に示すとおりで、心去り材、心持ち材に大きな差はなく、この段階で等級外は殆どなかった。

JAS1083-3 の甲種Ⅱの材面に基づく節径比等を含めた目視による評価については、図-2 ②に示すとおりで、中心に近く、節の出現頻度が大きい心持ち材で下位等級が多くなる傾向が認められた。

製材の切り出し順による曲がりの程度を比較するため 5～7 丁取り製材した 35 本について、①丸太から最初に切り落とす「背板先出」(図-1 中☆印)、②台車上で反転させ反対側を切り落とす「背板後出」、③残った太鼓材から先に切り落とす「太鼓先出」(図-1 中★印)、④台車上で反転させ反対側を切り落とす「太鼓後出」、⑤最後に残る「心持ち」それぞれの曲がり率を比較した。(図-3) その結果、曲がり率は ③>①>②≒⑤>>④ となり、心去り材①～④について平均値に関する検定を行った結果、すべての組み合わせで有意差 (p<0.05 又は 0.01) が認められた。岩崎らが太鼓挽材から正角 2 丁取りした試験においても同様な結果が報告されており、先出し材の歩増しの厚さについて考慮が必要と考えられる。(岩崎、涌井 2020)

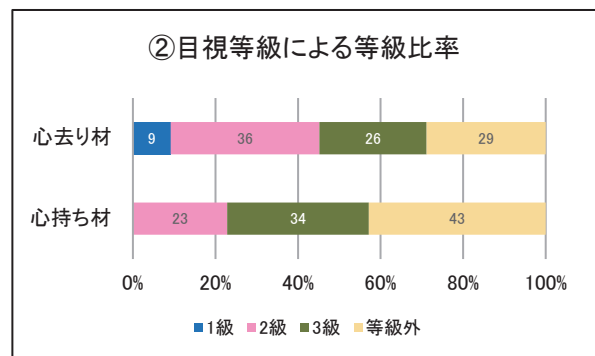
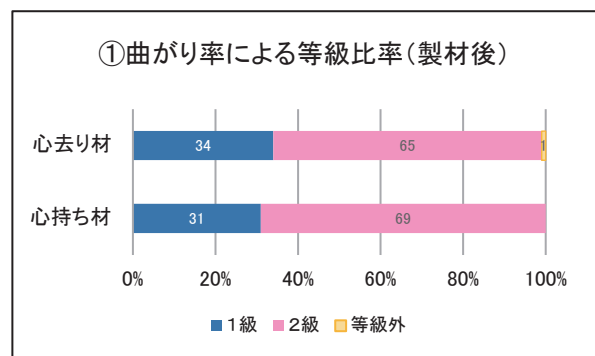
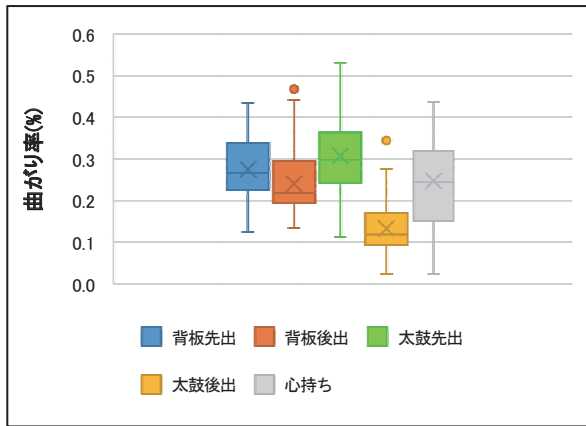


図-2 製材の等級別比率

表一 丸太諸元及び製材工程、品質

丸太番号	元口径		材長	重量	密度	fr	Efr	節		目まわり	等級	製材時間		採材数		正角1本当り			備考						
	cm	cm						個数	最大径			最大矢高	曲がり	%	分/秒	心寄り正角	心持ち正角	正割		所要時間	1級	2級	3級	等級外	
801	46.0	52.6	415.0	670.0	847.3	343.9	6.90	4.3	0	22	0.0	2	15	10	4	0	0	3	48	0	1	3	0	H.30 板木取り	
802	48.3	52.4	414.8	763.5	923.7	366.1	8.52	2.5	5	16	0.0	2	15	56	4	0	0	3	59	0	1	0	3	H.30 板木取り	
803	46.7	52.6	413.3	683.5	855.2	382.9	8.57	2.7	4	24	4.6	2	14	33	4	0	0	3	38	0	2	2	0	H.30 板木取り	
804	47.8	53.3	411.8	745.0	901.6	397.7	9.67	2.6	9	54	2.8	3	13	7	4	1	4	2	37	0	2	2	0	H.30	
805	48.0	54.5	414.2	706.0	826.4	386.9	8.49	3.5	1	44	0.0	1	12	12	4	1	4	2	26	0	2	1	1	H.30	
806	46.9	53.4	413.7	797.0	976.1	337.8	7.63	3.3	1	42	6.0	1	11	54	4	1	4	2	23	0	2	2	1	H.30	
901	43.2	53.8	418.0	616.0	798.5	293.4	4.80	3.1	0	30	0.0	2	13	18	4	1	4	2	40	0	2	2	0	R.01	
902	45.8	54.0	415.0	505.5	623.8	384.9	6.37	3.8	0	15	0.0	2	11	35	4	1	4	2	19	1	1	1	1	R.01 虫害	
903	45.7	50.7	410.7	404.0	539.0	436.7	6.94	4.2	2	25	0.0	2	9	53	4	1	4	1	59	0	0	2	2	R.01	
904	45.0	55.0	410.1	519.0	644.0	396.3	6.80	4.5	12	35	0.0	3	11	3	5	1	4	1	51	0	1	1	3	R.01	
905	46.5	68.0	406.2	456.5	436.9	385.6	4.29	2.4	1	140	3.4	3	21	57	5	1	2	3	40	0	4	0	1	R.01	
906	44.9	50.2	416.5	481.5	651.8	459.6	9.55	2.5	1	40	0.0	1	16	48	6	1	1	2	24	1	5	0	0	R.01	
907	43.1	55.3	446.0	356.5	420.9	423.9	6.02	3.5	0	62	0.0	3	13	58	5	1	2	2	20	0	2	1	2	R.01	
908	42.1	46.3	413.5	355.5	560.5	486.5	9.07	2.2	5	100	9.5	2	9	23	4	1	4	1	53	0	4	0	0	R.01	
909	47.8	57.3	411.8	493.5	552.9	392.3	5.77	4.2	4	20	12.0	2	13	17	6	1	0	1	54	0	1	2	3	R.01 障り	
910	48.2	54.6	415.8	581.0	672.9	432.0	8.68	3.6	0	15	7.0	1	21	1	6	1	0	3	0	0	1	2	3	R.01	
911	48.2	52.8	418.1	517.0	616.7	431.3	8.02	3.4	2	55	21	0.0	2	14	4	5	1	2	21	0	0	2	3	R.01	
912	49.7	57.6	391.2	510.5	577.3	453.5	7.27	3.5	2	65	0.0	2	21	43	6	1	0	3	6	0	3	1	2	R.01	
913	48.7	62.3	412.0	640.0	642.6	416.5	7.57	3.2	0	39	8.2	2	25	57	6	1	0	3	42	2	4	0	0	R.01 障り	
914	48.4	58.1	414.3	625.5	677.9	434.0	8.77	2.2	0	29	0.0	2	18	14	6	1	2	2	36	0	2	0	4	R.01	
915	48.2	62.1	448.0	500.0	467.3	366.1	5.03	5.2	0	30	14.2	2	15	39	6	1	4	2	14	1	2	1	2	R.01	
916	45.7	51.0	429.0	494.0	628.5	374.8	6.50	5.2	9	90	15.6	3	11	7	6	1	0	1	35	0	1	1	4	R.01	
001	41.1	49.6	410.0	481.0	726.7	416.5	8.48	3.4	0	13	0.0	3	14	49	4	1	4	2	58	1	2	0	1	R.02 試験場発生材、虫害	
002	42.7	47.8	407.3	476.0	728.0	419.2	8.49	3.8	0	10	0.0	3	14	55	4	1	4	2	59	0	2	2	0	R.02 試験場発生材、虫害	
003	46.1	52.1	410.7	600.5	772.3	382.9	7.64	3.6	0	10	8.6	3	18	36	6	1	2	2	39	0	3	3	0	R.02 試験場発生材、虫害	
004	41.2	51.3	409.2	527.0	767.8	397.7	8.13	3.3	0	25	0.0	3	15	36	4	1	4	3	7	3	1	0	0	R.02 試験場発生材、虫害	
005	42.1	46.0	400.0	452.0	741.5	401.1	7.63	3.6	0	10	5.3	3	15	42	4	1	4	3	8	1	0	3	0	R.02 試験場発生材、虫害	
006	44.5	51.6	411.0	710.0	954.1	323.7	6.75	4.4	0	10	0.0	3	18	31	5	1	3	3	5	0	2	0	3	R.02 試験場発生材、虫害	
007	43.9	60.4	410.0	726.0	829.4	376.2	7.89	3.4	0	36	3.4	2	20	10	5	1	2	3	22	4	1	0	0	R.02 試験場発生材	
008	39.0	43.4	408.6	426.5	783.0	422.6	9.34	3.1	0	6	10.3	3	13	25	4	0	0	3	21	0	0	1	3	R.02 試験場発生材、虫害	
009	46.3	56.5	410.5	644.0	756.9	371.4	7.04	3.6	0	30	0.0	3	19	15	5	1	2	3	13	0	1	3	1	R.02 試験場発生材、虫害	
010	42.8	47.6	406.5	443.5	680.5	399.7	7.19	3.6	0	8	0.0	3	16	27	5	1	3	2	45	0	3	0	2	R.02 試験場発生材、虫害	
011	38.5	47.4	417.0	418.0	692.9	376.2	6.82	3.8	0	16	0.0	1	10	16	4	0	0	2	34	0	1	2	1	R.02	
012	39.9	44.0	418.7	329.5	570.3	432.7	7.49	4.3	1	45	0.0	1	11	46	4	0	0	2	57	0	0	3	1	R.02	
013	39.8	43.3	408.5	391.0	705.9	446.1	9.38	2.9	0	15	0.0	1	11	41	4	0	0	2	55	0	1	1	2	R.02	
014	40.9	49.5	413.2	499.0	753.3	411.1	8.69	2.8	1	10	0.0	1	13	49	4	1	3	2	46	1	1	2	0	R.02	
015	39.2	44.3	416.0	372.0	654.5	449.5	9.15	3.5	0	8	0.0	1	9	34	4	0	0	2	24	0	1	1	2	R.02	
016	43.8	47.6	424.3	376.5	541.2	427.3	7.12	3.0	4	70	0.0	1	14	25	5	1	2	2	24	0	3	2	0	R.02	
017	45.3	54.3	443.0	491.5	570.8	436.0	8.52	2.3	0	23	0.0	2	15	50	6	1	0	2	16	3	3	0	0	R.02	
018	49.4	55.3	440.0	652.5	690.4	326.4	5.70	4.0	0	38	0.5	2	17	3	6	1	1	2	26	0	1	2	3	R.02	
019	43.5	48.1	412.7	434.0	639.2	486.5	10.31	2.8	3	55	21	0.0	2	14	48	5	1	2	28	0	1	1	3	R.02	
020	47.0	59.4	422.3	436.0	464.7	452.9	6.80	2.8	4	35	50	1.2	3	18	3	6	1	0	2	35	1	5	0	0	R.02
021	47.1	51.0	409.7	429.0	554.5	498.6	9.26	3.5	10	60	26	1.3	3	17	24	6	1	0	2	29	0	1	2	3	R.02



	背板先出	背板後出	太鼓先出	太鼓後出
背板先出		○	○	◎
背板後出			◎	◎
太鼓先出				◎
太鼓後出				

注、○：有意水準5%で有意差あり ◎：有意水準1%で有意差あり

図-3 製材順による曲がり率

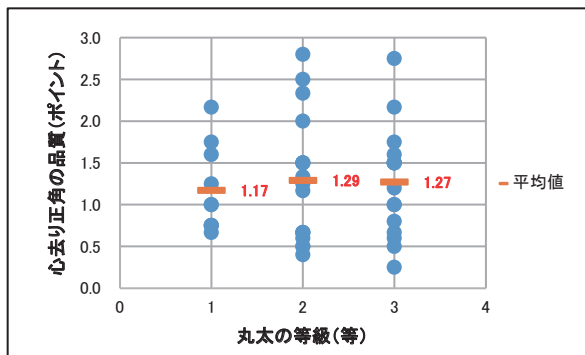


図-4 丸太等級別心去り正角の品質

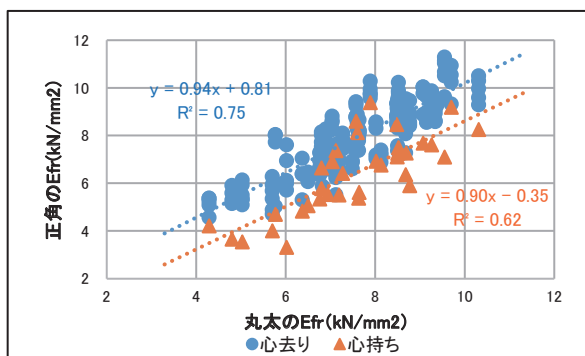


図-5 丸太のEfrと製材後の正角のEfrとの関係

また、製材された心去り正角の品質と丸太の品質(等級)との関係の有無について検討するため、心去り正角の等級をポイント化し、1級=3、2級=2、3級=1、等級外=0として加重平均値を求め、丸太の等級(1~3等)別に集計した。この結

果、図-4に示すとおり、丸太等級が下位ほど正角の品質の分布幅が広がる傾向が見られたが、両者の間に明確な関係性は認められなかった。

今回はA~B材を使用したため、差が現れ難かったとも考えられ、また、カミキリムシ類の食害により3等としたものについては、食害が表層部に集中していたため、製材の品質に大きな影響がなかったとも考えられる。

丸太のEfrとそれから製材した正角のEfrを比較したところ図-5のように高い相関を示した。なお、心持ち材のEfrは心去り材より1.5kN/mm²程度小さい傾向が示された。

IV まとめ

スギ大径材から製材した心去り正角について調査した結果、挽曲がりによる曲がり率については、鋸入れ順により有意差が認められた。また、丸太段階での等級と挽上った正角の目視等級とは必ずしもリンクしなかった。

一方で機械的性能の指標であるEfrに関しては丸太段階の値と製材後の正角の値の間に高い相関が認められ、丸太のEfrから製材される正角の機械的性能を予測することは可能と考えられる。

謝辞

今回の調査にあたり、製材調査にご協力いただいた株式会社シモアラに対し、謝意を表します。

参考文献

- 岩崎昌一・涌井勝彦(2020) 木材乾燥機を用いた熱処理によるスギ心去り構造材の縦反り抑制 新潟県森林研究所研究報告第60号 p. 32~36
- 松元浩・石田洋二・小倉光貴(2019) 県産スギ心去り正角の性能評価による大径材の利用促進(第1報) 農林水産省(2019) JAS1083-3:2019 目視等級区分構造用製材:(一社)日本農林規格協会(東京) p. 52-60
- 農林水産省(2007) 素材の日本農林規格:(一社)日本農林規格協会(東京) p. 1-7, 14-15
- 奥野忠一(1978) 応用統計ハンドブック:養賢堂(東京) p. 47-54