

広葉樹小径材の人工乾燥(第3報)

— セン・キハダ・アサダ・ダケカンバ —

主任専門研究員 中野正志

専門研究員 東野正

要旨

県産広葉樹4樹種の小径材について、板目板を対象にして、栈木圧 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ で圧縮し乾燥による形質変化を調査した。

- 1 小径材を厚さ3cmの板にだら挽きし、幅6cm以上、2cm建てに幅ぎめした。
- 2 人工乾燥は、仕上り含水率10%を目標に連続運転で行った。
- 3 樹種別の乾燥条件は100℃急速乾燥試験から推定した。その結果、初期乾湿球温度は、セン・キハダ及びダケカンバが55℃、アサダが60℃、これに対して湿球温度は、それぞれ51℃、55℃であった。
- 4 乾燥日数は、キハダが約5日間、センが約6日間、アサダが約8日間及びダケカンバが約9日間であった。
- 5 乾燥による損傷は、曲りではキハダ・アサダが同程度で大きく、ダケカンバ・センが同程度で小さい。また、幅そりはアサダが大きく、キハダが小さかった。
- 6 縦そり、ねじれは各樹種とも小さく、利用上支障がない発生であった。
- 7 割れは、樹心部の心割れが大半を占め、木口割れは少なかった。
- 8 乾燥による板の無欠点裁面採材率は、素材の材積に対して樹種間で34~41%である。製材歩止りからでは、約20%の減少であった。

1 はじめに

本県における一般広葉樹、特に製材用原木のなかで大径材が年々減少し、小径化の傾向にある。一般広葉樹材は、大半が家具材、内装用材に向けられているが、小径材の場合、大径材と異なって製材過程において採材が限られ、製材歩止りに影響を及ぼしている。

そこで、本試験は、資源的な見地から小径材の有効利用をはかり、かつ今後の原木事情に応じた効率的な乾燥技術を検討し、利用上の指標を得ることにある。前報^{1) 2)}では、ブナ・ナラをはじめ4樹種について板目板を対象に実施した。今回は、セン・キハダ・アサダ及びダケカンバの4樹種について乾燥試験を行ったので参考に供したい。

なお、本試験は、昭和54年度に発足した林野庁の大型プロジェクト研究「国産材の多用途利用開発に関する総合研究」の一環として実施したものである。

2 試験方法

(1) 供試材及び乾燥方法

素材は、末口径 20～30cm で 1 樹種につき 10 本を供した。その概要は表-1 のとおりである。

各樹種の素材を 3cm の板にだら挽きして、幅 6cm 以上、2cm 建てに幅ぎめした。

各樹種の素材から 2 枚ずつ計 20 枚の板目板を無作為に抽出し、乾燥に伴う曲り・幅そりなど狂いの形質変化を調査した。なお、乾燥歩止り、板の無欠点裁面採材率は、全供試材について実施した。

栈積みは、栈木間隔 45cm とし、栈木圧 1 kg/cm^2 となるような荷重を設定した。

乾燥は、I F 型 5 石用乾燥装置を使用し、予め 100℃ 急速乾燥試験³⁾ で推定した乾燥条件に準じて、仕上り含水率 10% を目標に連続運転で行った。

各樹種の乾燥スケジュールは、幅 20cm、長さ 45cm の柁目板 3 枚を用いた。また、比較用として幅 16～20cm、長さ 45cm の板目板を柁目板と同数用いて含水率減少経過を測定した。

(2) 各種損傷の測定

曲り、縦そりは、材長 180cm に対する内曲面で、また、幅そりは、材軸の幅方向 10cm に対してそれぞれの最大矢高を測定した。

ねじれは、木口面の幅方向の一辺長が水平台から移動した量を傾斜角に換算した。

割れは、材軸方向の表及び裏面について、1 枚当りの本数、割れ長さを平均値で示した。

次に収縮率は、板目板の両木口より 20cm の位置及び中央の 3 箇所について木表側に設定し、乾燥後の板幅・板厚を測定し平均値で示した。

表-1 素材の概要

樹種	材長 (m)	供試数 (本)	区分	末口径 (cm)	元口径 (cm)	曲り (%)	平均年輪幅 (mm)
セ シ	2.1	10	最小～最大	20～28	21～30	8～30	1.00～2.49
			平均	24	28	18	1.72
キ ハ ダ	2.1	10	最小～最大	23～30	25～33	9～30	1.60～3.74 [※]
			平均	27	30	16	2.30
ア サ ダ	2.2	10	最小～最大	25～30	26～34	7～23	1.99～5.30
			平均	27	29	13	3.32
ダケカンバ	2.1	10	最小～最大	23～27	24～29	6～26	0.80～1.86 [※]
			平均	24	26	11	1.27

※ 板材から測定

3 結果及び考察

(1) 100℃急速乾燥試験

各樹種の乾燥条件は、幅 10 cm、長さ 20 cm、厚さ 2 cm にプレーナーで仕上げた板目板を温度 100℃に調節した定温乾燥器で乾燥し、初期割れ、内部割れ及び断面変形の損傷程度から推定した。その結果、

セン・キハダでは、初期割れ、内部割れは発生しなかった。これらを既報³⁾らと比較すると各種欠点の程度は区々であるが総合的にみた場合、同一の結果となった。乾燥条件は断面変形の損傷の著しいものを採用した。

アサダでは、内部割れ、あるいは断面変形のいずれかの損傷程度によって初期乾燥条件が50℃以下と推定されている⁴⁾が本試験では、内部割れが発生しなかったことと、その他の欠点も中庸であったことからして、初期乾燥条件は10℃程高い条件を採用した。

ダケカンバでは、断面変形の程度にばらつきがみられ、また、心材率が高い材には内部割れが発生したので中庸な乾燥条件を採用した。

以上のことから、各樹種の乾燥条件を示すと表-2のとおりである。

(2) 含水率経過

各樹種の乾燥スケジュールと含水率経過を示すと図-1・2のとおりである。

板目板の初期含水率の平均値は、キハダの76%からアサダの62%と樹種間に相違がみられたが、含水率10%まで低下するのに要した乾燥日数は、キハダが約5日間、センが約6日間、アサダが約8日間及びダケカンバが約9日間であった。

板目板と柁目板との乾燥経過について、セン・アサダ及びダケカンバは、ほぼ平行して含水率が減少していた。これに対して、キハダは板目板の乾燥が速い傾向を示した。板目板の仕上りについて、キハダは初期含水率が柁目板より含水率差で20%程高かったが柁目板と同程度の含水率に達した。他の樹種は柁目板の仕上り含水率よりさらに含水率が低下し、樹種間で5~7%の差があった。

表-2 100℃急速乾燥試験結果

樹種	心材率 (%)	欠点の種類と程度			初期平均 含水率 (%)	推定条件		
		初期 割れ	断面 変形	内部 割れ		初期 温度 (℃)	温度差 (℃)	末期 温度 (℃)
セン	60~100	1	2~3	1	61.8	55	4.0	80
キハダ	0~100	1	2~3	1	95.3	55	4.0	80
アサダ	0	2	2	1	50.0	60	5.0	80
ダケカンバ	0~80	1~2	2~4	1~2	65.8	55	4.0	80

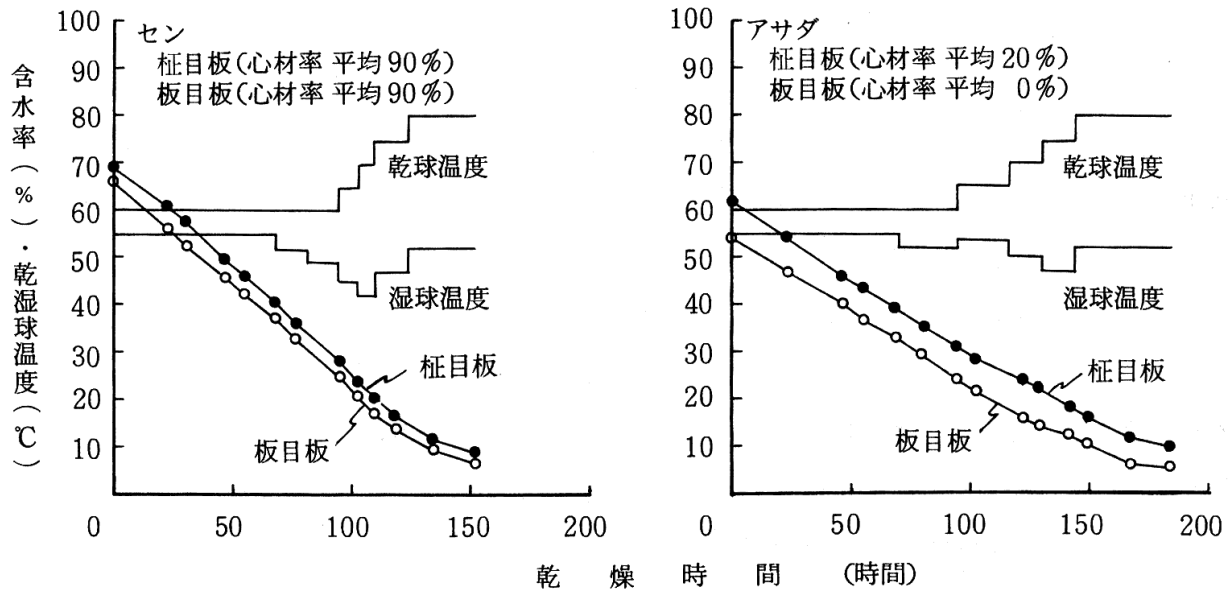


図-1 乾燥経過

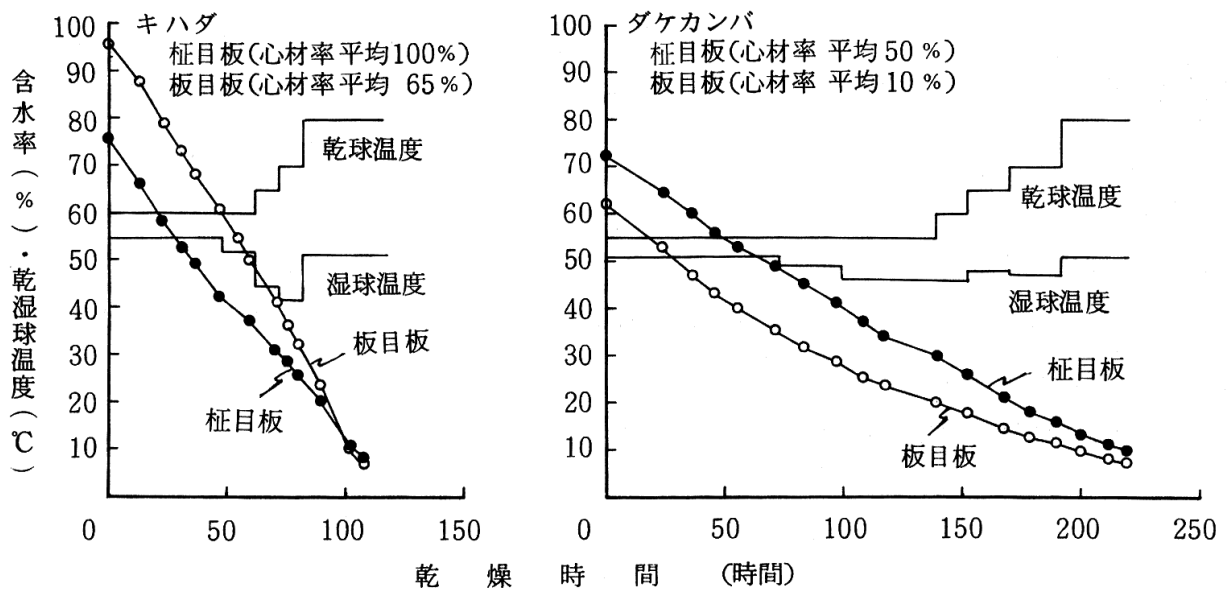


図-2 乾燥経過

(3) 狂い

乾燥材の曲り、縦そり、幅そり及びねじれの形質変化を表-3に示した。

曲りについては、各樹種ともかなりばらつきを示し、最大がキハダの約20mmの数値を示した。樹種ごとの平均は、キハダ・アサダが約6mm、セン・ダケカンバが約4mmであった。乾燥前との発生量を対比すると、最大がアサダで2.0倍、最小がダケカンバで1.5倍の増加であった。

縦そりについては、樹種ごとの発生量に差異はなく、平均3~4mmであった。また、乾燥前と比

表-3 乾燥による板目板の損傷

(樹種当り 20枚)

樹種	区分	含水率 (%)		曲り (mm)		縦そり (mm)		幅そり (mm)	ねじれ (度)
		乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥前	乾燥後	乾燥後	乾燥後
セ ン	最小～最大	61.4～ 99.7	6.0～ 12.0	1.0～ 6.5	0.5～ 14.5	0.5～ 8.5	1.5～ 7.5	0.38～ 1.85	0～2.0
	平均	77.4	8.9	2.8	4.6	3.4	3.5	1.05	0.6
	標準偏差	9.7	1.6	1.5	3.1	2.0	1.6	0.4	0.5
キハダ	最小～最大	43.8～ 109.5	5.6～ 11.6	0.5～ 11.0	2.0～ 19.5	0～7.5	1.5～ 8.0	0.31～ 1.18	0～1.6
	平均	70.7	8.2	3.7	6.5	3.1	4.2	0.84	0.7
	標準偏差	17.1	1.9	2.4	3.5	2.1	1.5	0.3	0.5
アサダ	最小～最大	39.4～ 66.1	4.7～ 9.4	0.5～ 6.0	2.5～ 10.0	0～6.5	1.0～ 7.5	0.46～ 2.87	0.2～ 2.4
	平均	54.4	6.0	3.1	6.1	3.1	4.1	1.55	1.0
	標準偏差	7.1	11.5	1.3	2.3	2.2	1.8	0.6	0.6
ダケカンバ	最小～最大	48.3～ 84.2	6.1～ 8.9	1.0～ 5.5	2.5～ 10.5	0～6.5	1.0～ 6.0	0.63～ 1.86	0～2.9
	平均	67.7	7.4	2.8	4.3	2.2	3.2	1.31	1.1
	標準偏差	9.2	9.7	1.3	2.0	1.6	1.3	0.4	0.9

較して各樹種とも僅かながら増加した。この欠点は、乾燥前は大部分が木表に凹方向の傾向を示していたが、乾燥過程で逆方向に生じた材があった。これは樹心に近い材に現われ繊維方向の収縮の影響によるものと考えられる。

幅そりについては、幅10cmに対する樹種間の平均は、最大がアサダの約1.6mm、最小がキハダの約0.8mmであった。この欠点は、木材組織に起因する板目板特有のもので、乾燥スケジュールのみでは、欠点を抑制することが困難である。そのため小径材から採材した幅広い材を有効に利用するためには、欠点を最小限度に抑制する圧縮法の検討が必要である。

ねじれについては、各樹種とも小さい値を示し、実用的には支障のない程度の発生であった。

これらの欠点は、木材構造によって生ずるものが多く、素材の形状と湾曲方向を考慮してドラ挽きした場合、繊維方向の不整は避けられないこともある。この木理不整は乾燥に伴って各種の損傷を増大させる原因にもなるので、これらを軽減するには圧縮乾燥が有利である。本試験で実施した栈木圧 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧縮による各種欠点を総合的にみた場合、実用上利用できるものが多かった。

(4) 割れ

割れは、木口割れと表面割れに区分して表-4に示した。

木口割れは、樹種に関係なく小さい値を示した。

表一 4 乾燥による割れ

(1枚当り)

樹種	供試材数 (枚)	区分	木口割れ		表面割れ		無欠点率 (%)
			本数(本)	長さ(cm)	本数(本)	長さ(cm)	
セン	20	最小～最大	0～2	0～44	0～3	0～24	60
		平均	0.4	6.1	0.5	3.5	
キハダ	20	最小～最大	0～2	0～24	0～4	0～64	70
		平均	0.3	3.2	0.4	7.5	
アサダ	20	最小～最大	0～2	0～61	0～2	0～12	45
		平均	0.8	9.6	0.1	0.6	
ダケカンバ	20	最小～最大	0～2	0～21	0～5	0～113	30
		平均	0.5	5.1	1.5	23	

表面割れは、樹心に近い材に発生し、心割れが大部分であった。この割れは、新たに発生したものよりも、乾燥前の既存の割れが乾燥過程で伸長したものが大部分であった。なお、心割れ以外による割れは僅かであった。

各樹種とも総体的に割れ損傷は少なく、割れが発生しない比率は、供試材数に対してキハダが70%と最も高く、以下、セン・アサダ・ダケカンバの順であった。

(5) 収縮率

各樹種の収縮率と全乾比重を図一3に示した。

乾燥後の収縮率は、厳密に言えば各樹種の含水率が区々であるため、一概に比較することは困難なので参考までとし、全乾材について比較することにした。

接線方向の平均は、樹種間では最大が7.7%、最小が5.6%で比重の大きい樹種に収縮が大きい傾向を示し、アサダ・ダケカンバ・セン・キハダの順に大きかった。これに対して、半径方向の平均は、樹種間では最大が7.4%、最小が4.9%で、ダケカンバは接線方向とほぼ同程度の収縮率を示した。

乾燥材と全乾材での接線、半径方向の収縮率差は、セン・アサダが1～2%、キハダ・ダケカンバが1%以下であった。これは幅そり発生の支配的な要因と考えられているが、接線方向の収縮率と幅そりの発生量の間には関係が認められなかった。いずれ通常収縮率と異なった結果を示した。

(6) 歩止り

各樹種の製材歩止り及び幅ぎめした板の良材面(片面)における無欠点裁面の採材率を表一5に示した。

各樹種の製材歩止りは、アサダの63%からキハダの57%で、素材の形状、径級に相違があった

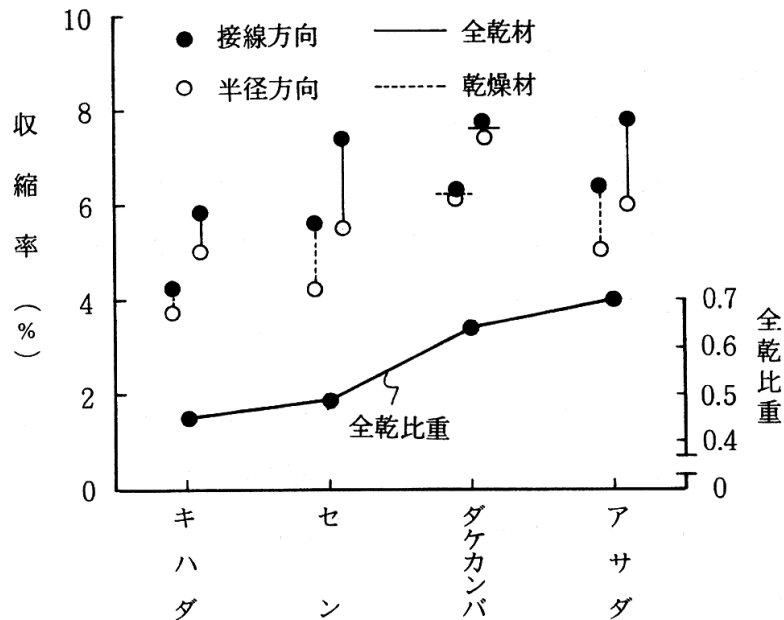


図-3 収縮率と全乾比重

にもかかわらず、比較的歩止りが良かった。

この製材品の無欠点裁面採材率は、素材の材積に対してセンが50%、アサダが53%、キハダが46%及びダケカンバが44%であった。ダケカンバは、製材歩止りが比較的高い割合に採材率が18%も大幅に減少したのは、節数と入皮が多く出現したことが1因であった。その他の樹種は、節・樹心部の心割れ及び入皮が総合して採材率を低下させていた。

各樹種の無欠点裁面は、全体の70%以上が木表側を占めていた。

乾燥材は、節・入皮などの欠点よりも、大半が板幅の収縮によって採材率が樹種間で9~12%低減した。その結果、素材の材積に対してセンが38%、アサダが41%、キハダが37%及びダケカンバが34%の無欠点裁面採材率となり、製材歩止りからでは約20%の低下であった。

表-5 製材歩止り及び無欠点裁面採材率

(供試素材 10本)

樹種	素材の総材積 (m^3)	幅ぎめ材の 総材積 (m^3)	製材歩止り (%)	無欠点裁面の材積	
				乾燥前の歩止り (%)	乾燥後の歩止り (%)
セン	1.012	0.6027	59.6	50.0	38.8
キハダ	1.322	0.7483	56.6	46.4	37.1
アサダ	1.302	0.8164	62.7	53.4	41.6
ダケカンバ	1.008	0.6252	62.0	44.0	34.7

4 むすび

広葉樹大径材の減少のおりから、小径材の高度利用をはかるための一環として、今回の樹種を含めて10樹種について乾燥試験を行ってきた。

今回の試験を要約すると乾燥性は良いが、曲り、幅そりの損傷が樹種（キハダ・アサダ）によってかなりばらついていて、これらの欠点は、圧縮圧を増すことで損傷の軽減が可能と考えられる。

各樹種の製材歩止りは、樹種間で63～57%で、本試験に用いた程度の素材は、製材用として実用上差支えがない。

利用面について、木材構造による有節・入皮などの欠点で用材に適しない部分を除去した乾燥材の無欠点裁面採材率は、樹心付近の心割れより板幅の収縮の影響を受けて低減した。しかし、その採材率は素材の材積に対して各樹種とも35～39%の範囲内で、小径材であっても十分に利用できるものと考えられる。

今後は、更に樹種を追加し、広葉樹小径材の乾燥特性、損傷程度を明らかにしたい。

5 文 献

- 1) 岩手県林業試験場成果報告 第14号, P31～39, (1981). 中野正志・東野 正 : 広葉樹小径材の人工乾燥(第1報) — ブナ・ミズナラ・ウダイカンバー
- 2) 岩手県林業試験場成果報告 第15号, P79～86, (1982). 中野正志・東野 正 : 広葉樹小径材の人工乾燥(第2報) — イタヤカエデ・カツラ・ホオノキ
- 3) 木材の人工乾燥, P108～115, 日本木材加工技術協会, (1976). 寺沢 真・筒本卓造
- 4) 木材乾燥スケジュールの簡易決定法 VOL20, No.218, P2～7, (1965). 寺沢 真