

# 奈良県産スギ・ヒノキ造作材の乾燥条件が材色に及ぼす影響(第1報) —生材に対する乾燥温度の検討—<sup>\*1</sup>

成瀬達哉・柳川靖夫・寺西康浩<sup>\*2</sup>

スギおよびヒノキの造作材の人工乾燥において、天然乾燥材の材色との差が小さく、かつ、乾燥日数の短い乾燥条件を明らかにするため、乾燥温度がスギおよびヒノキの板材の材色に及ぼす影響を調べた。スギ板材は乾球温度45℃、55℃、65℃および75℃で、ヒノキ板材は乾球温度40℃、50℃、60℃および70℃で乾燥し、各温度条件の材色(L\*a\*b\*表色系)を天然乾燥のそれと比較した。

その結果、乾燥後深さ2mm程度までプレナー加工を行った材面において、スギ材では55℃以上、ヒノキ材では50℃以上で天然乾燥の材色と差が生じる傾向があり、その差は心材よりも辺材の方が大きかった。また、天然乾燥の材色との差は乾燥初期に生じる傾向があったことから、少なくとも乾燥初期温度は40～45℃程度とすることが材色の変化を抑えるために有効と考えられた。

## 1. はじめに

造作材の乾燥では材色を損なわないことに加え、室内環境に対応するため含水率を15%以下に調節し、寸法安定性の確保を求められることが多い。しかし、天然乾燥は材色の変化は小さいが、一般に天然乾燥材として生産流通する場合、含水率の限度は15～17%と考えられている<sup>1)</sup>。また、乾燥時間が気象条件に左右され、一般に長い乾燥日数を要する。そのため人工乾燥が採択される場合が多い。

スギおよびヒノキの造作材の人工乾燥を行う県内工場には、生材の状態から人工乾燥を行う工場と、一定期間天然乾燥を行った後、人工乾燥を行う工場が存在する。後者においても、乾燥時間の短縮のため先に天然乾燥を行わずに人工乾燥を行う場合があるが、材色の変化が危惧される。そのため、スギおよびヒノキの造作材の人工乾燥において、天然乾燥材との材色の差が小さく、かつ、乾燥日数の短い乾燥条件が求められている。

そこで本研究では、生材のスギおよびヒノキの板材に対して乾燥温度の異なる4条件で乾燥を行い、天然乾燥による材色と比較して、乾燥温度が材色に及ぼす影響を調べた。

## 2. 材料と方法

### 2.1 材料

生材のスギおよびヒノキの板材(奈良県産、幅115mm×厚さ18mm、長さ約4,000mm)をそれぞれ20枚ずつ使用した。心材色と辺材色の両方について調べるため、スギ材は心材と辺材を10枚ずつとした。また、ヒノキ

材は心材と辺材を含む10枚を心材色測定用とし、残りの10枚を辺材とした。これらはすべて板目板であった。

図1に、試験体の採取方法を示す。1枚の板材より長さ700mmの試験体を5体ずつ採取した。試験体の採取後、両木口面にはエポキシ樹脂系接着剤(コニシ株式会社製ボンドクイックセット30)を塗布し、木口面からの乾燥を抑制した。併せてa～fの位置で長さ20mmの試片を切り出し、これら試片の含水率を全乾法により求めた。試験体と隣接する2つの試片の平均含水率をその試験体の初期含水率とした。

### 2.2 乾燥試験の方法

表1に、乾燥条件を示す。乾燥温度が材色に及ぼす影響を調べるため、エンドマッチした試験体に対し異なる乾燥条件を用いて乾燥した。すなわち、スギ材は乾球温度45℃、55℃、65℃、75℃の4条件および天然乾燥を用い、ヒノキ材は乾球温度40℃、50℃、60℃、70℃の4条件および天然乾燥を用いた。なお、各条件に供する試験体の採取位置をばらつかせた。

乾燥には恒温恒湿器(株式会社エスペック製PR-4J)を使用し、目標含水率は10%とした。乾燥操作中、適宜すべての試験体を恒温恒湿器から取り出して重量および材色の測定を行った。重量から推定した含水率をもとに乾燥操作を行った。乾燥後、試験体の長さ方向の中央付近から長さ30mmの試片を切り出し、試験体の含水率を全乾法により算出した。

天然乾燥は当センターの屋内に棧積みして行った。乾燥期間は、スギ材は2018年1月21日から4月17日までの86日間、ヒノキ材は2018年2月9日から4月24日までの74日間であった。棧積み付近の温度と相対湿度を温湿度データロガー(株式会社ティアンドデイ製RTR-503)を用いて計測した。

\*1: 本研究の一部は第69回日本木材学会大会(2019年3月、函館)において発表した。

\*2: 現奈良県農林部奈良の木ブランド課

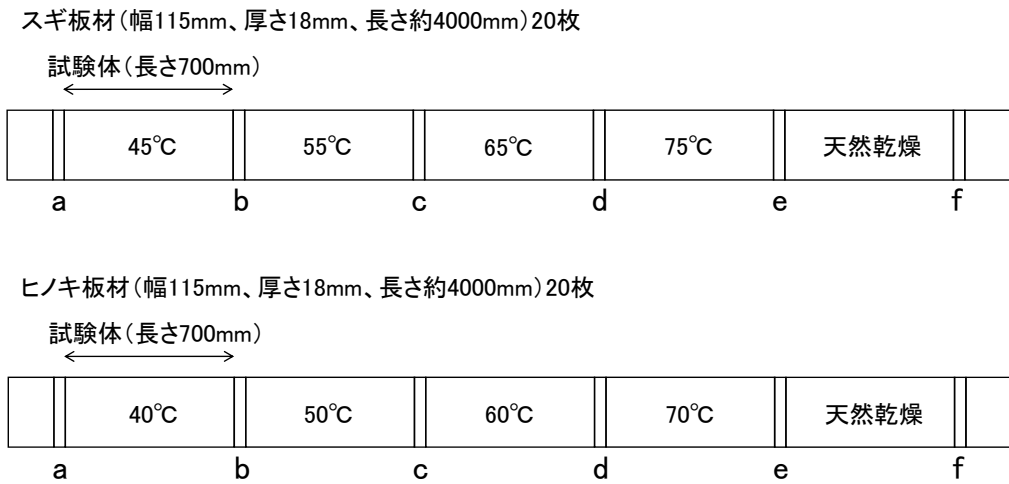


図1 試験体の採取方法

注：a～f: 初期含水率測定用試片(長さ20mm)

表1 乾燥条件

スギ

乾燥条件	45°C			55°C			65°C			75°C			天然乾燥
含水率範囲 (%)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	屋内 ・乾燥期間 2018年1月21日～4月17日 ・気温 平均9.0°C, 最高28.4°C, 最低-3.1°C ・相対湿度 平均57.5%, 最高93.0%, 最低17.0%
生～50	45	55	65	75	41	4	51	4	61	4	71	4	
50～40					39.5	5.5	49.5	5.5	59.5	5.5	69.5	5.5	
40～35					37	8	47	8	57	8	67	8	
35～30					34	11	44	11	54	11	64	11	
30～25					32	13	42	13	52	13	62	13	
25～20					29.5	15.5	39.5	15.5	49.5	15.5	59.5	15.5	
20～10					28	17	38	17	48	17	58	17	
調湿(8h)					39	8	49	8	59	8	69	8	

ヒノキ

乾燥条件	40°C			50°C			60°C			70°C			天然乾燥
含水率範囲 (%)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	屋内 ・乾燥期間 2018年2月9日～4月24日 ・気温 平均11.7°C, 最高31.4°C, 最低-2.6°C ・相対湿度 平均57.6%, 最高93.0%, 最低17.0%
生～40	40	50	60	70	35	5	45	5	55	5	65	5	
40～35					33	7	43	7	53	7	63	7	
35～30					30	10	40	10	50	10	60	10	
30～25					27	13	37	13	47	13	57	13	
25～20					24	16	34	16	44	16	54	16	
20～10					22	18	32	18	42	18	52	18	
調湿(8h)					32	8	42	8	52	8	62	8	

2.3 材色の測定方法

簡易型分光色差計(日本電色工業株式会社製NF333、光源C、視野角2°、測定径8mm)を用い、L\*a\*b\*表色系により評価した。L\*a\*b\*表色系では明度をL\*で表し、色相および彩度をクロマティックネス指数a\*、b\*で表す<sup>2)</sup>。L\*は値が大きいほど白に近づき明るく、値が小さいほど黒に近づき暗いことを示す。a\*、b\*はそれぞれ0の位置を原点とする直交座標で表される。a\*が正の範囲で値が大きい場合は赤、負の範囲で絶対値が大きい場合は緑、b\*が正の範囲で値が大きい場合は黄、負の範囲で絶対値が大きい場合は青の度合いが強いことを示す。また、a\*、b\*ともに絶対値が大きいほど鮮やかな色、絶対値が小さいほどくすんだ色であることを示す。

乾燥終了後の各温度条件の材色と天然乾燥の材色との色差( $\Delta E_{ab}^*$ )は、式(1)により算出した。  

$$\Delta E_{ab}^* = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\}^{1/2} \quad (1)$$
 ここで、 $\Delta L^*$ 、 $\Delta a^*$ 、 $\Delta b^*$ は、それぞれ各温度条件と天然乾燥との測定値の差である。

測定箇所は木表面の早材部3箇所とし、その平均値を試験体の測定値とした。測定は乾燥前、乾燥途中(重量測定時)に行い、後述の通り乾燥後およびプレナー加工後にも行った。色差計の測定値は温度の影響を受ける<sup>3)</sup>とされていることから、乾燥後の測定は乾燥直後に行うとともに、材温が常温となった後にも行った。また、プレナー加工は乾燥後に自動一面かんな盤を用いて行い、実務的なプレナー加工深さと考えられる2mm切削後(以下、プレナー加工2mmとする)

および3mm 切削後（以下、プレナー加工3mm とする）の計2回測定を行った。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 乾燥経過

表2に、スギ材およびヒノキ材の含水率の測定結果を示す。心材、辺材ともに、スギ材はヒノキ材よりも初期含水率のばらつきが大きかった。人工乾燥の4条件の仕上がり含水率は、スギ材では心材、辺材ともにすべての試験体が10%以下となった。一方、ヒノキ材では心材はほとんどの試験体が10%以下となり、辺材はすべての試験体が8%以下となった。

図2に、スギ材の乾燥経過を示す。目標とした含水率10%以下に仕上がるのに要した乾燥日数は心材、辺材ともに45℃は7.9日、55℃は6.7日、65℃は5.4日、75℃は4.0日、天然乾燥は86.0日であった。45℃～75℃の範囲では、乾燥温度を10℃高くすることにより、乾燥日数は1日程度短縮できた。

図3に、ヒノキ材の乾燥経過を示す。今回の乾燥日数は心材、辺材ともに40℃は10.1日、50℃は7.6日、60℃は5.8日、70℃は4.4日、天然乾燥は74.0日であった。先に述べたとおり辺材は人工乾燥の4条件の仕上がり含水率が8%以下となった。そこで、含水率10%以下に仕上げるために要する日数を各温度条件における乾燥経過をもとに推定した結果、40℃では5.5日、50℃では4.4日、60℃では3.7日、70℃では2.7日であった。

#### 3.2 L\*、a\*、b\* の推移

##### 3.2.1 スギ材

図4に、スギ心材の乾燥前から乾燥直後までのL\*、a\*、b\* の推移を示す。なお、乾燥前に行った55℃の試験体の測定では、色差計の不具合により正しいデー

タが得られなかったため除外した。L\* は天然乾燥では概ね一定であったのに対し、45℃、55℃および65℃では乾燥初期に減少し、その後概ね一定となった。75℃では乾燥中は減少傾向を示した。乾燥直後におけるL\* は乾燥温度の高い条件ほど小さかった。a\* およびb\* は、天然乾燥では乾燥中は減少傾向を示したが、その他の条件では乾燥初期に減少した後概ね一定となり、乾燥温度による差はほとんど見られなかった。

図5に、スギ辺材の乾燥前から乾燥直後までのL\*、a\*、b\* の推移を示す。なお、スギ心材の場合と同じ理由で55℃および65℃の乾燥前のデータは除外した。L\* は天然乾燥および45℃では乾燥初期に増加した後、概ね一定となったが、55℃以上では乾燥初期の増加を示さず概ね一定であった。天然乾燥および45℃ではL\* が増加、すなわち明度が増した一因として、乾燥に伴い表面の濡れ色が解消されたことが考えられる<sup>4)</sup>。55℃以上でも同様に濡れ色は解消されるものの、加熱の影響によりL\* の増加には至らなかったと推測される。その結果、乾燥直後におけるL\* は55℃以上では天然乾燥よりも小さかった。55℃以上の条件間では乾燥温度による差はほとんど見られなかった。a\* は天然乾燥および45℃では若干減少傾向を示したが、55℃以上では乾燥初期に増加した後、概ね一定となった。その結果、乾燥直後におけるa\* は55℃以上では天然乾燥よりも大きかった。55℃以上の条件間では乾燥温度による差はほとんど見られなかった。b\* はいずれの条件でも乾燥初期に増加した後、概ね一定となった。65℃以下では乾燥温度による差はほとんど見られなかったが、75℃では乾燥初期の増加量が他の条件よりも小さかった。

##### 3.2.2 ヒノキ材

図6に、ヒノキ心材の乾燥前から乾燥直後までの

表2 スギ材およびヒノキ材の含水率の測定結果

樹種		スギ						ヒノキ				
乾燥条件		45℃	55℃	65℃	75℃	天然乾燥	40℃	50℃	60℃	70℃	天然乾燥	
心材	初期含水率	平均	56.5	50.1	51.4	58.3	49.4	35.7	44.3	41.9	35.0	36.0
		標準偏差	37.8	25.4	32.1	38.9	33.9	5.5	4.8	6.0	4.3	5.9
	仕上がり含水率	平均	8.9	8.7	8.6	8.2	15.3	8.9	8.6	9.1	8.4	16.4
		標準偏差	0.5	0.2	0.2	0.3	0.3	1.3	1.3	1.5	0.5	1.2
辺材	初期含水率	平均	135.0	123.0	127.3	135.6	126.4	136.2	155.9	152.8	134.3	139.7
		標準偏差	57.3	55.4	63.9	50.5	64.0	33.8	27.7	39.4	40.9	31.1
	仕上がり含水率	平均	8.1	8.4	8.5	8.5	14.6	6.7	6.7	7.5	7.4	13.8
		標準偏差	0.3	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.2	0.1	0.4

(%)

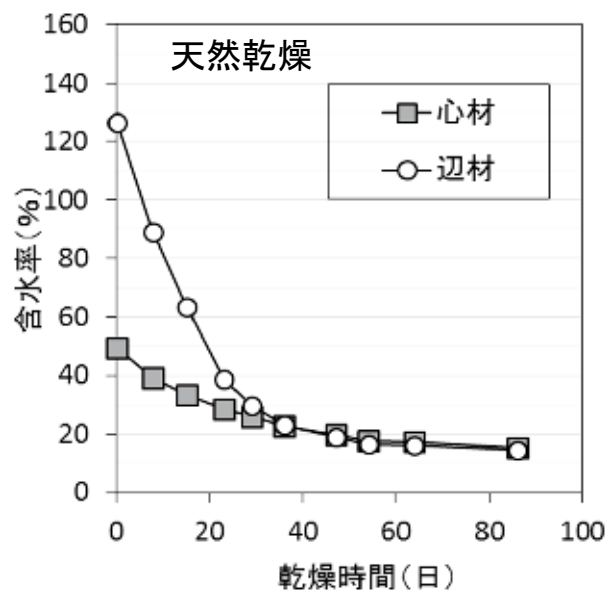
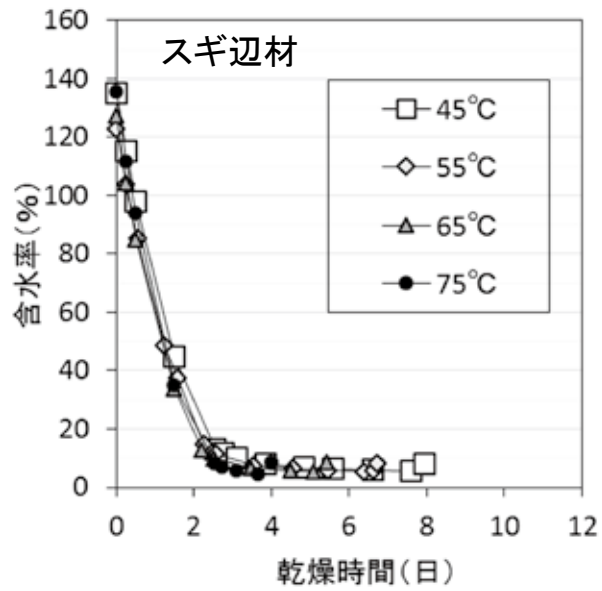
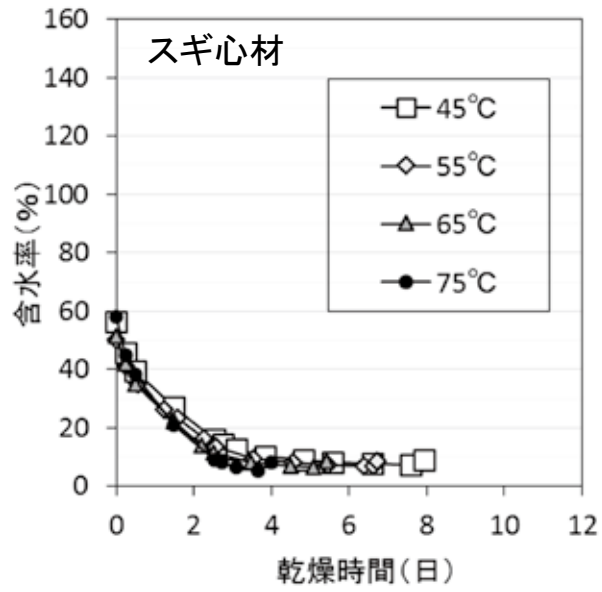


図2 スギ材の乾燥経過

注：平均値、n=10。

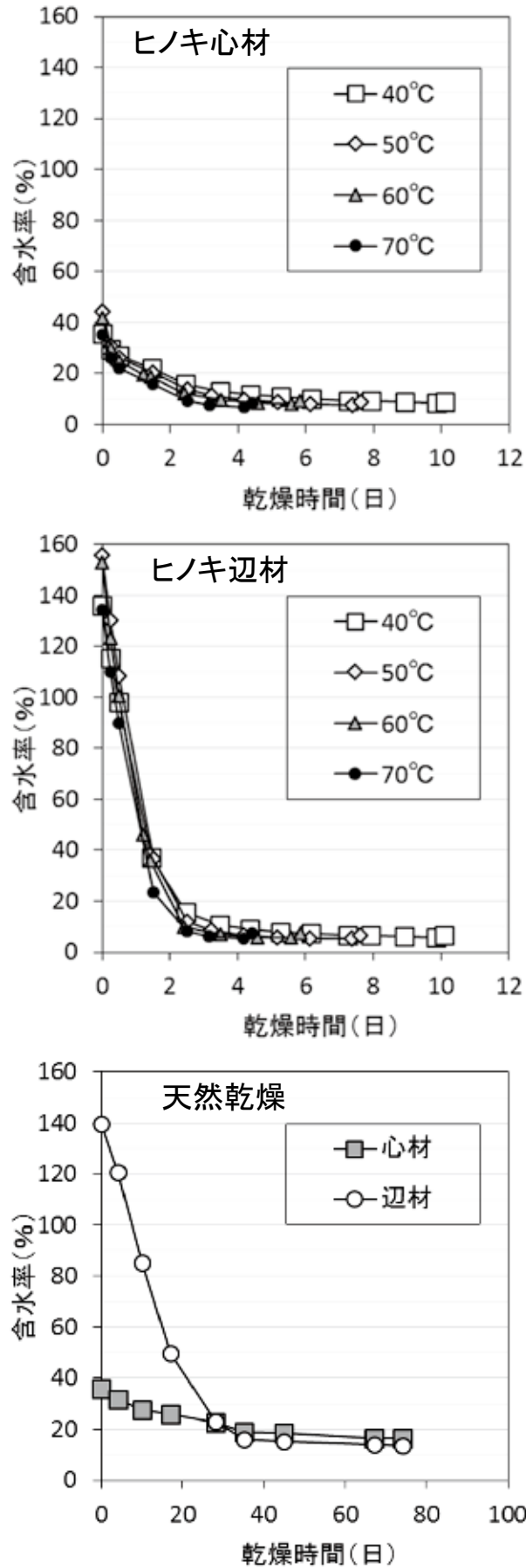


図3 ヒノキ材の乾燥経過

注：図2を参照。

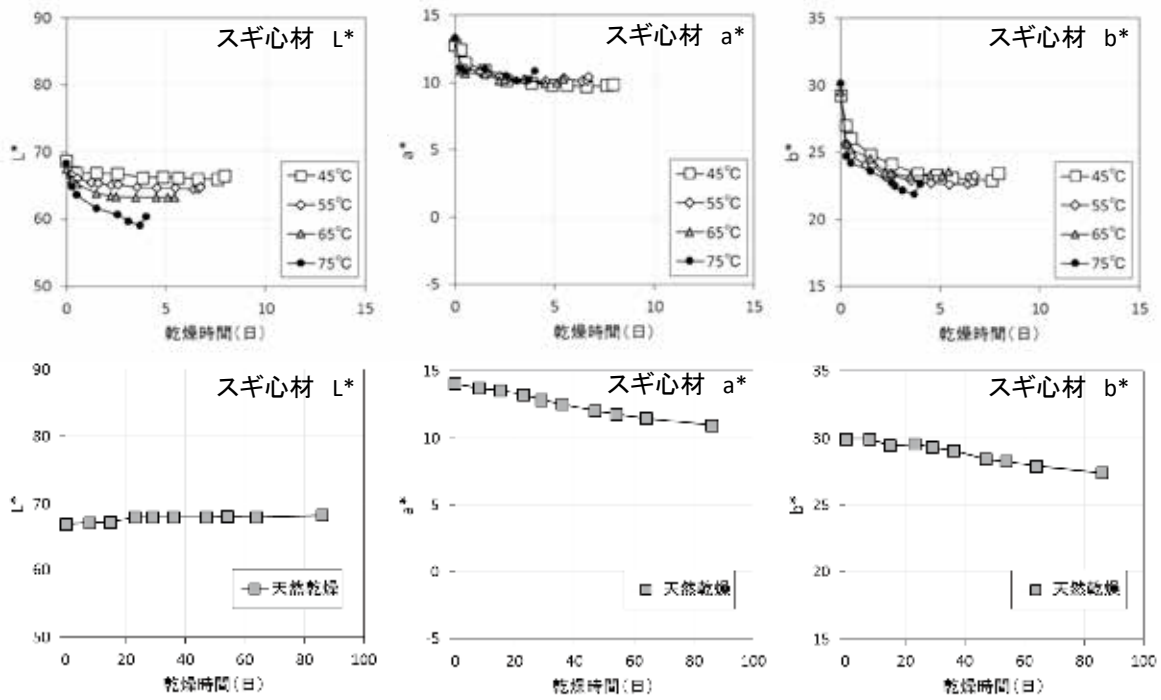


図4 スギ心材の乾燥中のL\*、a\*、b\*の推移  
 注：平均値、n=10。乾燥中：乾燥前から乾燥直後まで。

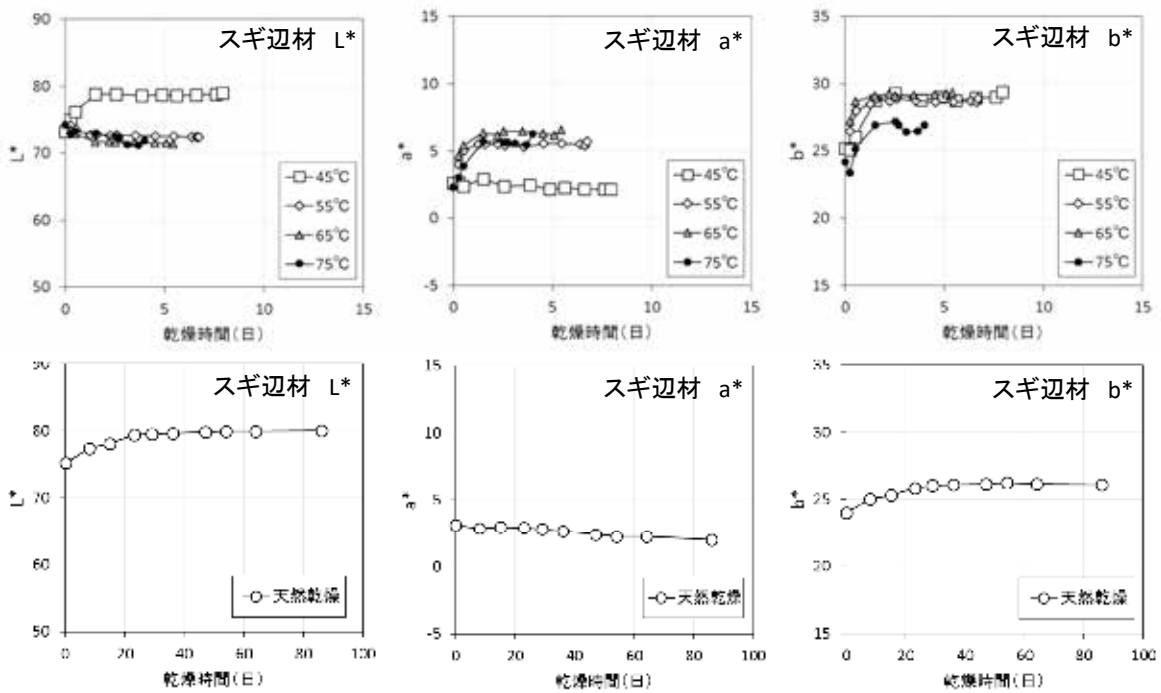


図5 スギ辺材の乾燥中のL\*、a\*、b\*の推移  
 注：図4を参照。



$L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の推移を示す。天然乾燥、40℃および50℃では、 $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ のいずれも概ね一定であった。60℃、70℃では $L^*$ は概ね一定、 $a^*$ は乾燥初期に若干減少した後概ね一定、 $b^*$ は若干増加する傾向を示した。ヒノキ心材では測定値の変化が比較的小さかった。

図7に、ヒノキ辺材の乾燥前から乾燥直後までの $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の推移を示す。 $L^*$ はいずれの条件においても乾燥初期に増加し、その後概ね一定となったが、天然乾燥および40℃に比べ50℃以上では増加量が小さかった。 $a^*$ は60℃、70℃では乾燥初期に増加し、その後概ね一定となったのに対し、40℃、50℃および天然乾燥では乾燥初期の増加がほとんど見られず概ね一定であった。 $b^*$ はいずれの条件においても乾燥初期に増加した後概ね一定となったが、天然乾燥および40℃に比べ50℃以上では増加量が大きかった。

このようにスギ材、ヒノキ材ともに $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ は乾燥初期に変化し、その後は概ね一定となる傾向があった。そのため、各温度条件と天然乾燥との測定値の差は乾燥初期に生じる傾向があった。また、乾燥直後における測定値を比較すると、スギ材は55℃以上、ヒノキ材は50℃以上で天然乾燥との差が生じる傾向があった。

### 3.3 プレナー加工前後の材色

#### 3.3.1 スギ材

図8に、スギ心材のプレナー加工無し、同2mmおよび同3mmにおける $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の測定結果を示す。天

然乾燥と各温度条件との対比較についてDunnnett法により検定を行い、危険率5%あるいは1%で有意差が認められた温度条件にはそれぞれ\*、\*\*を付記した。スギ心材はプレナー加工無しでは、温度が高いほど $L^*$ は小さくなる傾向があり、75℃では有意差が認められた。 $a^*$ は条件間に大きな差は見られず、 $b^*$ は人工乾燥4条件では天然乾燥よりも有意に小さかった。プレナー加工を行うことにより、いずれの条件でも $L^*$ は増加し、 $a^*$ および $b^*$ は減少する傾向が見られ、条件間の差が小さくなった。プレナー加工後は、プレナー加工2mmにおける75℃の $b^*$ を除き有意差は認められなかった。しかし、55℃以上は天然乾燥および45℃よりも $L^*$ が若干小さい傾向があり、暗色化が目視で確認できた試験体が存在した。プレナー加工2mmと同3mmの間には $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ のいずれもほとんど差が見られなかった。

図9に、スギ辺材のプレナー加工無し、同2mmおよび同3mmにおける $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の測定結果を示す。スギ心材と同様にDunnnett法により検定を行った。スギ辺材はプレナー加工無しでは55℃以上で天然乾燥と差が生じる傾向があり、 $b^*$ は45℃でも有意差が認められた。プレナー加工を行うことにより、いずれの条件でも $L^*$ は増加し、 $a^*$ および $b^*$ は減少した。プレナー加工後は天然乾燥および45℃よりも55℃以上は $L^*$ が有意に小さく、 $a^*$ および $b^*$ は有意に大きかった。プレナー加工2mmと同3mmの間には $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ のいずれもほ

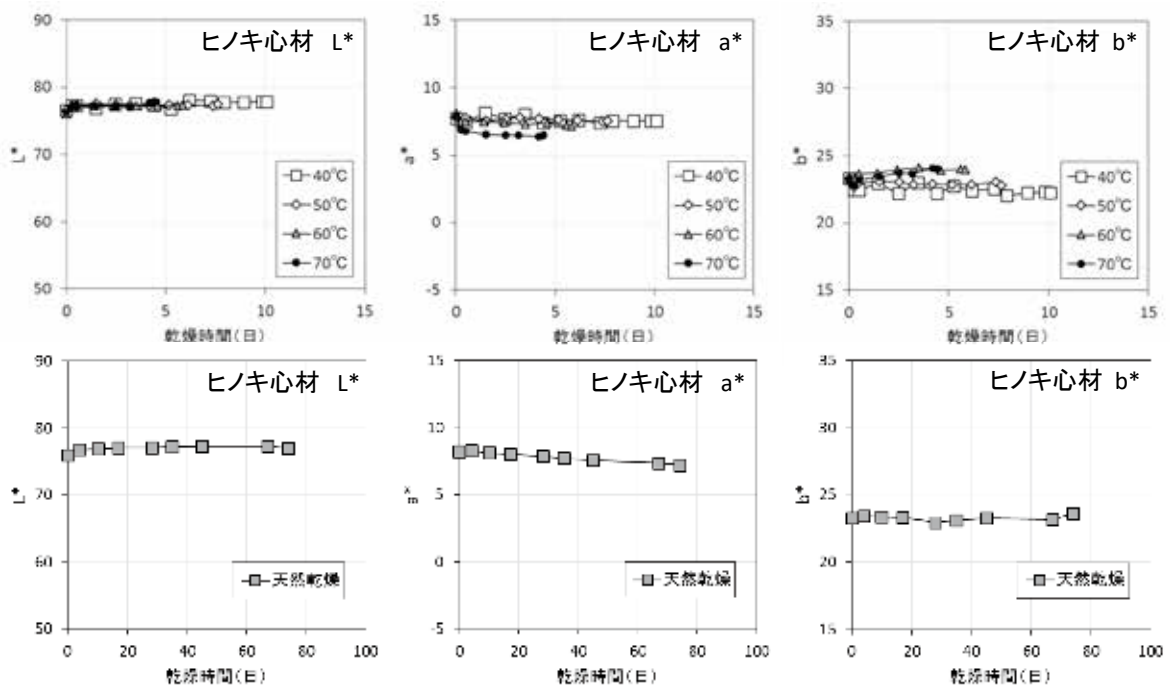


図6 ヒノキ心材の乾燥中の $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ の推移

注：図4を参照。

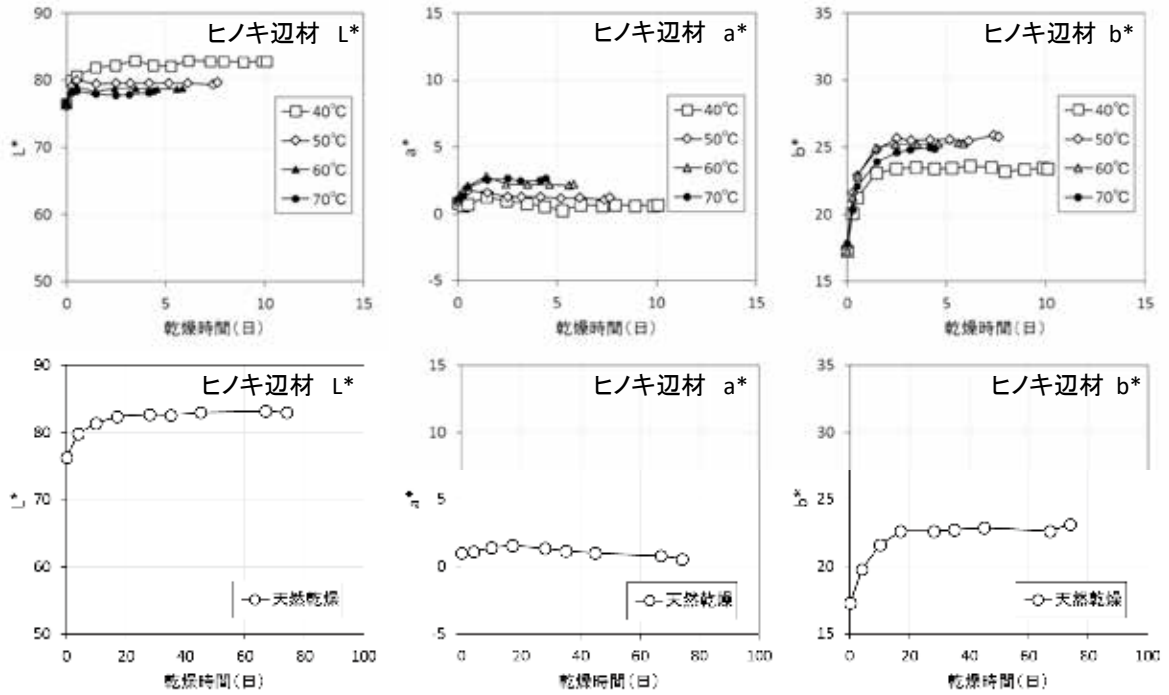


図7 ヒノキ辺材の乾燥中のL\*、a\*、b\*の推移  
注：図4を参照。

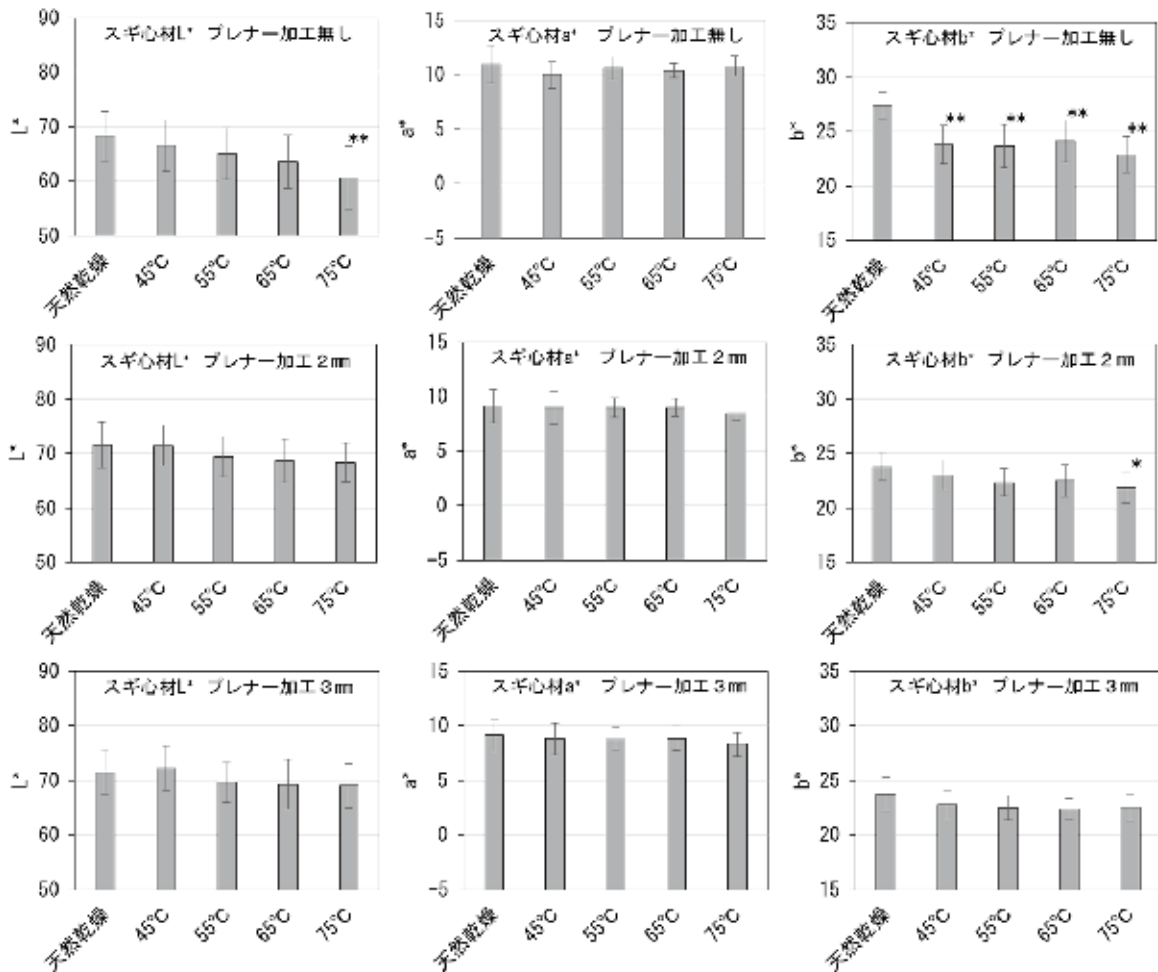


図8 スギ心材のプレナー加工無し、同2mm および同3mm におけるL\*、a\*、b\*の測定結果  
注：平均値、n=10。バーは標準偏差。  
プレナー加工2mm：自動一面かんな盤を用いて2mm 切削。以下、プレナー加工3mm も同様。  
\*、\*\*：天然乾燥と各条件との間にそれぞれ危険率5%あるいは1%で有意差が認められたことを示す (Dunnett 法)。



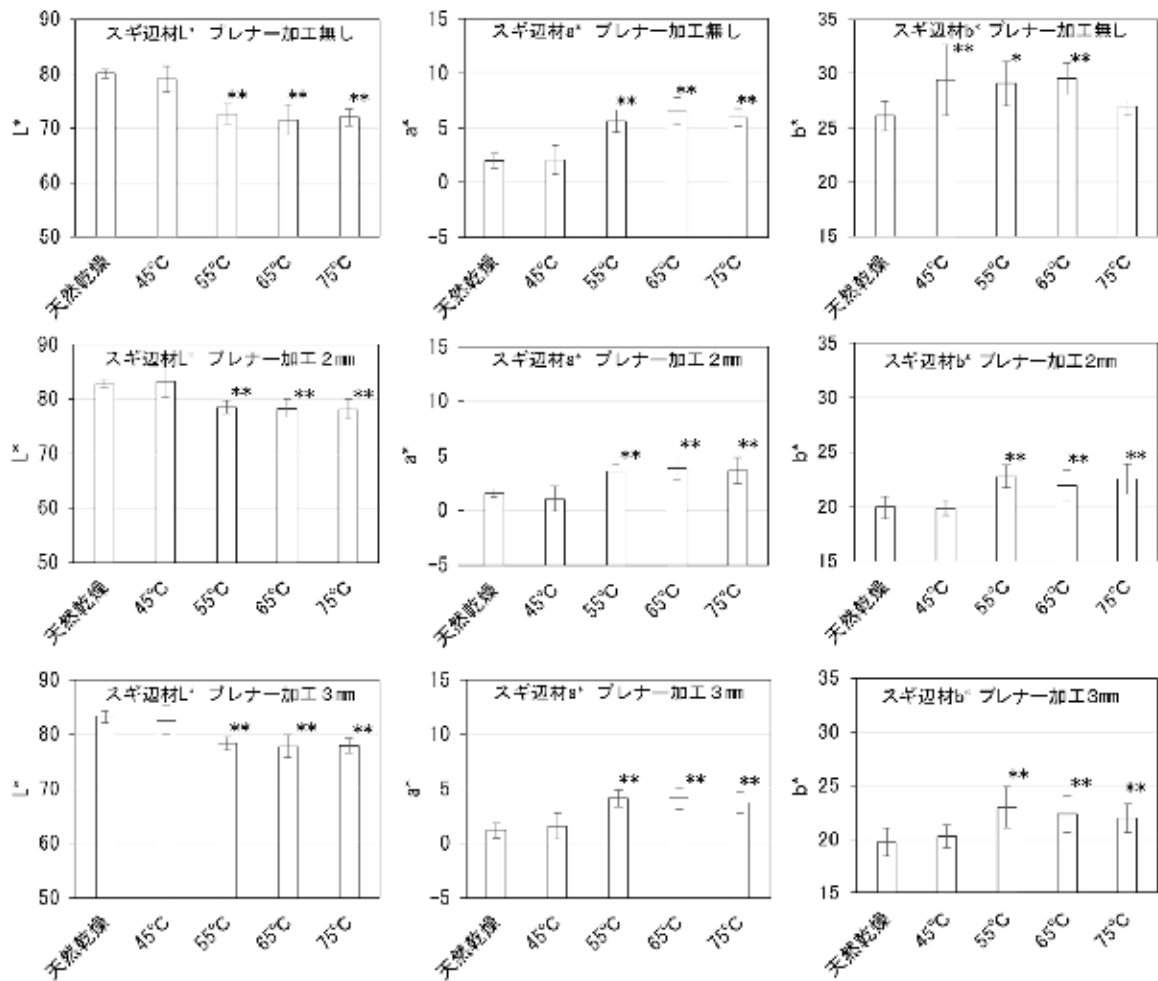


図9 スギ辺材のプレナー加工無し、同2mm および同3mm におけるL\*、a\*、b\*の測定結果  
注：図8を参照。

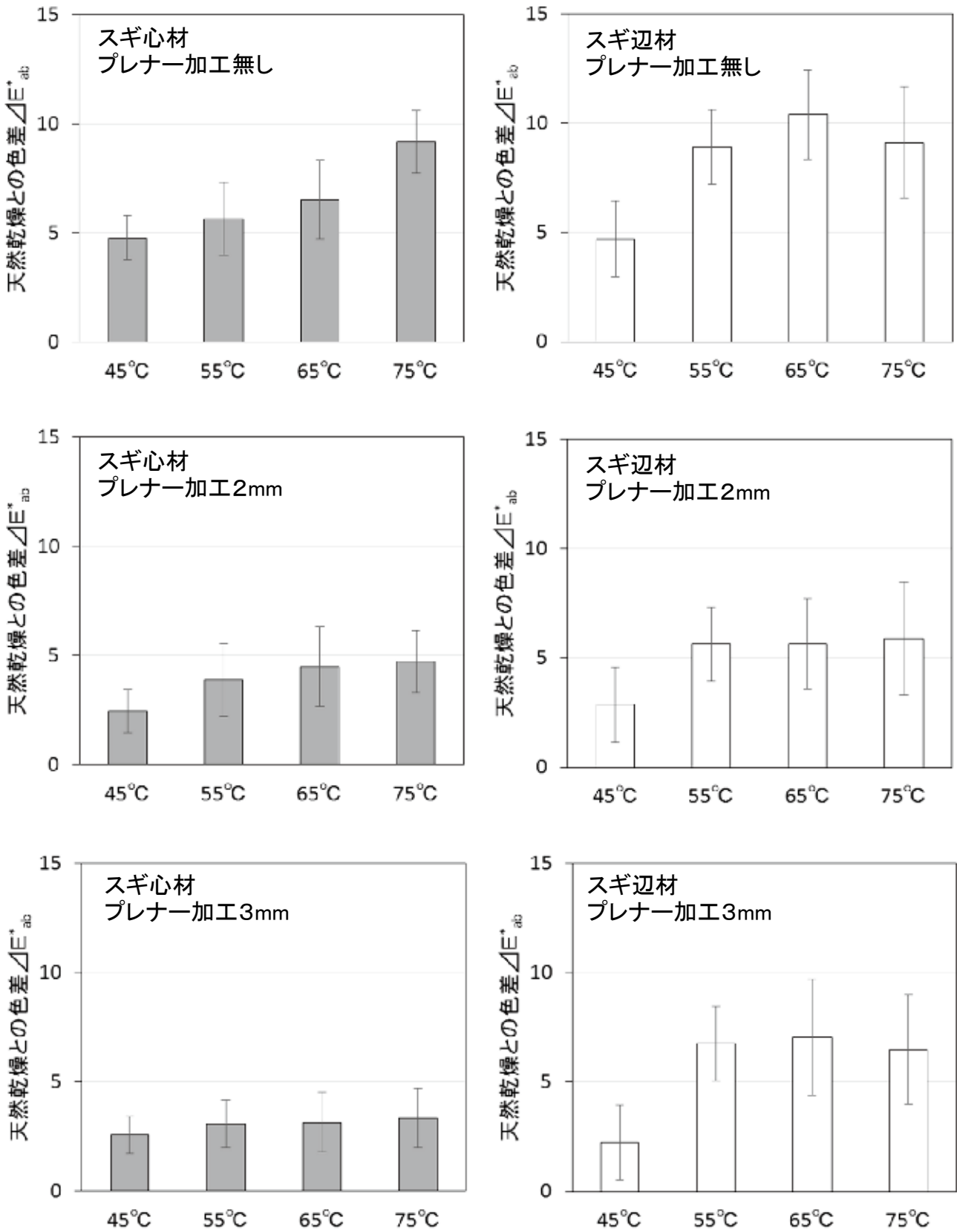


図 10 スギ材のプレナー加工無し、同 2 mm および同 3 mm における天然乾燥との色差

注：平均値、n=10。パーは標準偏差。

プレナー加工 2mm：自動一面かんな盤を用いて 2mm 切削。以下、プレナー加工 3mm も同様。

とんど差が見られなかった。

図 10 に、スギ材のプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm における材色について、天然乾燥のデータを色差基準色とし、その他の温度条件との色差  $\Delta E^*_{ab}$  を示す。心材、辺材ともに色差はプレナー加工を行うことにより小さくなった。45°C よりも 55°C 以上では色差が大きい傾向があり、辺材は心材よりもその差が大きかった。

### 3.3.2 ヒノキ材

図 11 に、ヒノキ心材のプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm における  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の測定結果を示す。スギ材と同様に、Dunnett 法により検定を行った。ヒノキ心材ではプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm のいずれにおいても有意差は認められなかった。プレナー加工により  $b^*$  は減少したが、 $L^*$  および  $a^*$  については大きな変化は見られなかった。プレナー加工後は天然乾燥および 40°C に比べ、50°C 以上では  $a^*$  が若干小さい傾向があり、目視で赤みが弱いことが確認できた試験体が存在した。プレナー加工 2mm と同 3mm との間には  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  のいずれもほとんど差が見られなかった。

図 12 に、ヒノキ辺材のプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm における  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  の測定結果を示す。ヒノキ心材と同様に、Dunnett 法により検定を行った。ヒノキ辺材はプレナー加工無しでは  $L^*$  および  $b^*$  は 50°C 以上、 $a^*$  は 60°C 以上で有意差が認められた。プレナー加工により  $L^*$  は増加し、 $a^*$  および  $b^*$  は減少する傾向が見られ、条件間の差が小さくなった。プレナー加工後は 50°C 以上で有意差が認められた。プレナー加工 2mm と同 3mm との間には  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  のいずれもほとんど差が見られなかった。

図 13 に、ヒノキ材のプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm における材色について、スギ材と同様に算出した色差  $\Delta E^*_{ab}$  を示す。プレナー加工無しでは、心材は条件間で明確な傾向が見られなかったのに対し、辺材は 40°C に比べ 50°C 以上で色差が大きかった。プレナー加工を行うことにより辺材は 50°C 以上の色差が小さくなり、条件間の差が小さくなったが、心材では大きな変化は見られなかった。プレナー加工後は、心材、辺材ともに 40°C よりも 50°C 以上で色差が大きい傾向があり、辺材は心材よりもその差が大きかった。

熱による材色変化の原因の 1 つである空気中の酸素による酸化反応は、表面の材色に大きな影響を与える<sup>5)</sup>とされている。また、水分が蒸発する過程で、酸化や加水分解により生じた着色物質が表面に移動集積することにより材色変化を大きくしている場合がある<sup>6)</sup>とされている。これらのことが影響し、表面と内部、す

なわちプレナー加工の前後で材色は異なっていたと考えられる。また、プレナー加工 2mm と同 3mm との間には材色に大きな差は見られなかったことから、深さ 2mm 程度までプレナー加工を行うことで材色変化の大きい部分はある程度取り除かれていたと考えられる。しかし、プレナー加工後の材色は、スギ材では 55°C 以上、ヒノキ材では 50°C 以上で天然乾燥と差が生じる傾向があり、熱による影響は内部まで及んでいることが示唆された。天然乾燥との材色の差は 3.2 で述べたとおり乾燥初期に生じたと考えられることから、少なくとも乾燥初期温度は 40 ~ 45°C 程度とすることが材色の変化を抑えるために有効と考えられる。しかし、乾燥後期に乾燥温度を上げた場合の材色への影響は不明であるので、今後検討を要する。

## 4. まとめ

スギおよびヒノキの造作材の人工乾燥において、天然乾燥材の材色との差が小さく、かつ、乾燥日数の短い乾燥条件を明らかにするため、乾燥温度がスギおよびヒノキの板材の材色に及ぼす影響を調べた。得られた結果は以下のとおりである。

- 1) スギ材、ヒノキ材ともに材色 ( $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ ) の変化は乾燥初期に生じる傾向があった。また、天然乾燥の材色との差は乾燥初期に生じる傾向があった。
- 2) 深さ 2mm 程度までプレナー加工を行うことで表面の材色変化の大きい部分はある程度取り除かれると考えられた。
- 3) 深さ 2mm あるいは 3mm 程度までプレナー加工を行った材面において、スギ材は 55°C 以上、ヒノキ材は 50°C 以上の条件で天然乾燥材の材色と差が生じる傾向があり、その差は心材よりも辺材の方が大きかった。
- 4) スギ材、ヒノキ材ともに乾燥初期温度は 40 ~ 45°C 程度とすることが材色の変化を抑えるために有効と考えられた。

## 引用文献

- 1) 満久崇麿: 木材の乾燥. 東京, 森北出版株式会社, 1962, 95-101.
- 2) 今村博之ほか編: “18 木材の染色・着色”. 木材利用の化学. 東京, 共立出版株式会社, 1983, 251-254.
- 3) 片岡厚: 木材の色の測り方と色の違いの表し方. 2014 年度木材と水研究会講演要旨集. 日本木材学会 木材と水研究会編. 東京, 2015-2, 日本木材学会木

材と水研究会. 2015. 1-16.

- 4) 古曳博也:内装・家具に最適な県産材乾燥技術の開発ー「栈木痕」の無い板材の生産ー. 大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報,60,17-22 (2018)
- 5) 西野吉彦ほか:人工乾燥を想定した熱処理によるスギ材の色彩変化. 木材工業,69(4).154-158(2014)
- 6) 今村博之ほか編:“16 変色の防止”. 木材利用の化学. 東京, 共立出版株式会社, 1983, 222-224.  
(2019年3月27日 受理)

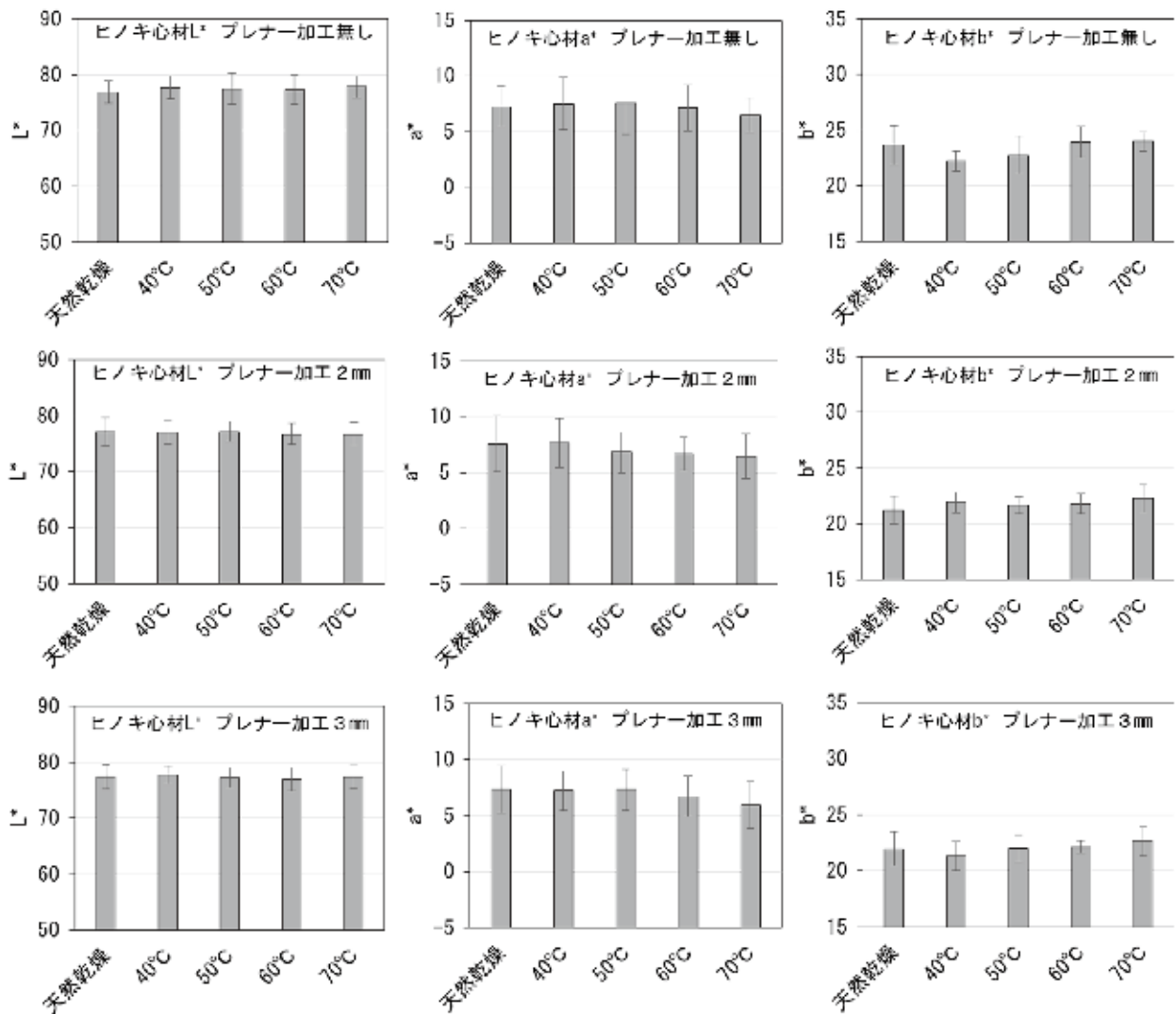


図 11 ヒノキ心材のプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm における L\*、a\*、b\* の測定結果  
注：図 8 を参照。

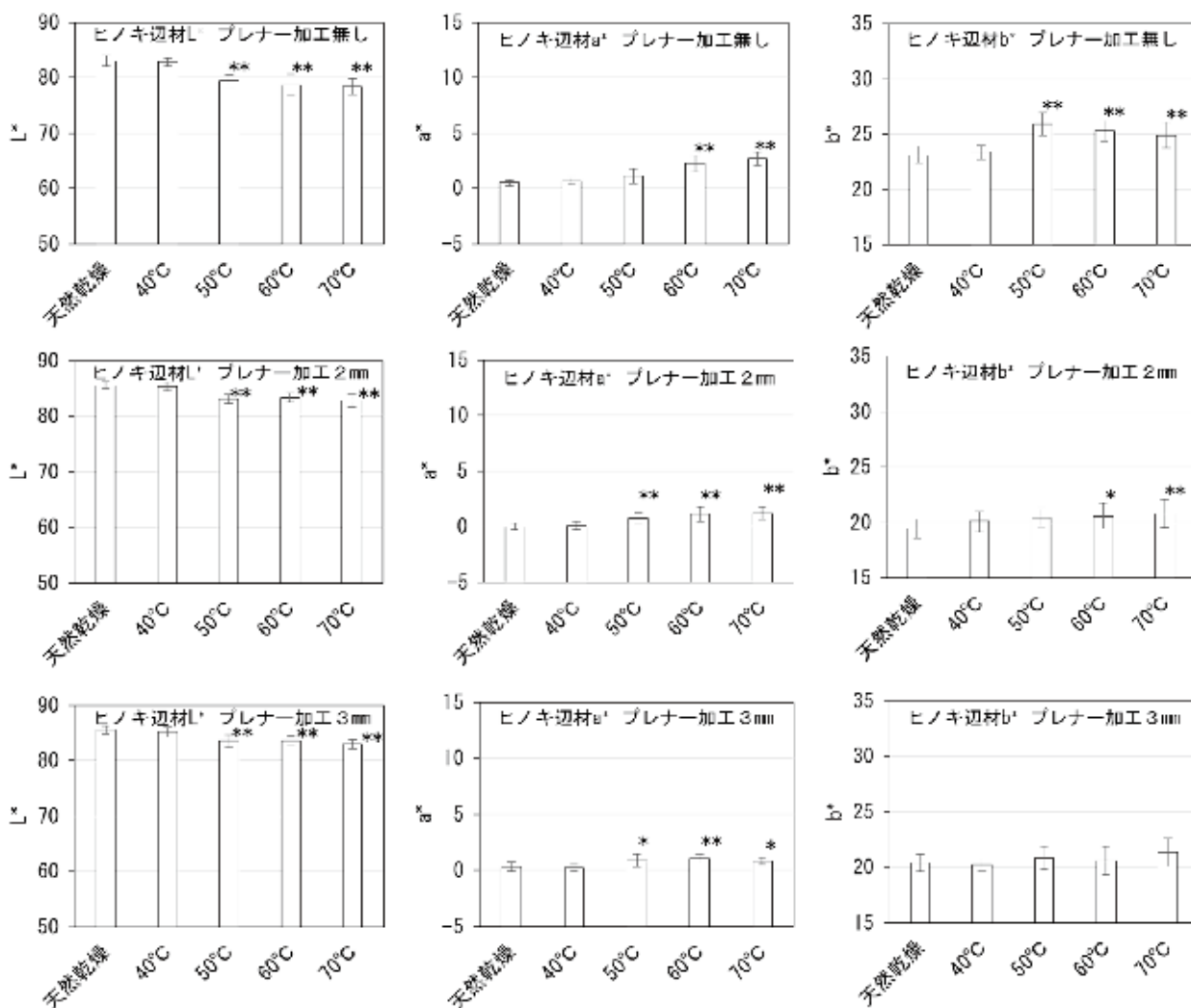


図 12 ヒノキ辺材のプレナー加工無し、同 2mm および同 3mm における L\*、a\*、b\* の測定結果  
 注：図 8 を参照。

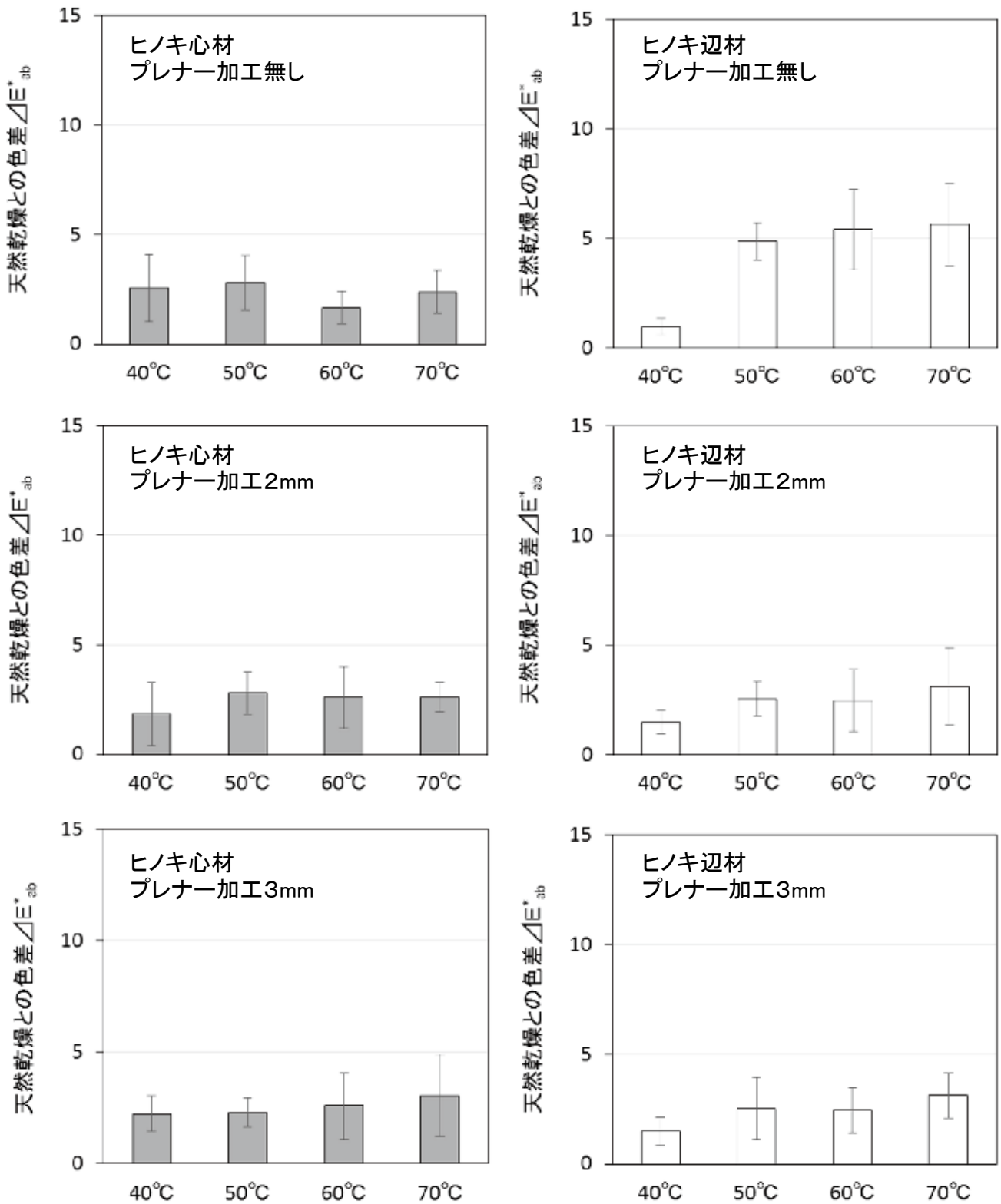


図13 ヒノキ材のプレナー加工無し、同同2mm および同3mm における天然乾燥との色差  
 注：図10を参照。