

スギ・ヒノキ心持ち正角に対する天然乾燥 (第2報)

—乾燥開始時期、実施場所および目標含水率の違いが乾燥日数と割れ発生量に及ぼす影響—*1

寺西康浩・成瀬達哉・谷本達也・植田薫裕*2

製材の日本農林規格の基準を満たすための天然乾燥操作を明らかとすることを目的に、スギおよびヒノキの心持ち無背割り正角を対象とした天然乾燥試験を行った。乾燥開始時期 (夏季、冬季)、実施場所 (屋外、屋内) および目標含水率 (30%、20%) がそれぞれ異なる天然乾燥を行い、所要日数を調べるとともに、表面割れの発生量を試験条件間で比較した。また、天然乾燥後の試験材を仕上げ加工し、屋内にて約1年間静置した。このときの表面割れの変化を試験条件間で比較した。

結果、天然乾燥日数は乾燥開始時期や目標含水率の違いに影響を受けることが確認された。スギ正角、ヒノキ正角とも、夏季から乾燥を開始して含水率30%に調節する場合の日数が最も短く、冬季から乾燥を開始して含水率20%に調節する場合の日数が最も長かった。

天然乾燥時に発生する表面割れ長さは、実施場所の違いに影響を受けることが確認された。スギ正角、ヒノキ正角とも、屋内での割れ長さは、屋外でのそれに比べて小さかった。

静置期間中における表面割れの進展は、天然乾燥時の目標含水率の違いに影響を受けることが示された。スギ正角、ヒノキ正角とも、含水率30%に調整された材は、含水率20%に調整された材に比べ、その後の表面割れの進展が大きくなる危険性が示唆された。

1. はじめに

2013年6月に製材の日本農林規格 (以下、製材のJAS) が改正され、人工乾燥処理製材の規格に加え、天然乾燥処理製材の規格が定められた¹⁾。従前、市場に流通していた天然乾燥材は品質が不明確とみなされることが多かったが、今後は、製材のJASの基準を満たした製品を市場に流通させることが可能となる。このことを受け、前報²⁾では、製材のJASで定められた天然乾燥による含水率基準を満たすための乾燥操作を明らかとすることを目的に、スギおよびヒノキの心持ち無背割り正角を対象とした天然乾燥試験を、冬季の屋内にて実施した。繊維方向に連続した試験体 (長さ85cm、両木口をシール処理) を用い、製材のJASの含水率基準 (30%) を含む3水準 (含水率20%、25%、30%) の目標含水率に乾燥させるための日数を調べた。その結果、目標含水率を低くするほど長い乾燥期間が必要となることを確認した。また、製品の寸法安定性に関する知見を得ることを目的に、乾燥後の試験体を仕上げ加工し、引き続き屋内に静置して、その後の寸法変化を調べた。その結果、天然乾燥後の含水率が高い条件ほど、その後の寸法変化は大きくなることを把握した。

このように前報²⁾では、スギ正角、ヒノキ正角とも、長さ85cmの試験体を用いた。これは、同一の個体から織

維方向に連続した試験体を使用することで目標含水率

(含水率20%、25%、30%) の違いがその後の寸法変化に及ぼす影響を正確に把握するためである。一方、天然乾燥材の品質をより詳細に評価するためには、乾燥時に発生する割れの状況や、目標含水率の違いがその後の割れ進展に及ぼす影響も把握する必要がある。割れに関する評価は実大長さの材での考察が妥当と考えられる。そこで本研究では、実大長さのみならず試験材 (長さ350cm) を用いた天然乾燥試験を実施した。すなわち、スギおよびヒノキの心持ち無背割り正角を対象に、乾燥する時期および場所が異なる天然乾燥を行い、製材のJASに定められた含水率基準を満たすための乾燥日数を調べるとともに、天然乾燥時に発生する割れの状況と、製材のJASの基準を満たした製品のその後の割れの進展状況を調べた。

2. 材料と方法

2.1 材料

スギ心持ち無背割り正角 (奈良県産、木口断面13.5×13.5cm、長さ約400cm) 80本およびヒノキ心持ち無背割り正角 (奈良県産、木口断面14.0×14.0cm、長さ約400cm) 40本を使用した。それぞれから、図1に示すように、繊維方向350cmの試験材を1体ずつ採取した。併せて、図

*1 本研究は奈良県木材協同組合連合会との共同研究により実施した

*2 奈良県木材協同組合連合会



図1 試験体の調製方法

1に示すaおよびbの位置で繊維方向3cmの試片を採取し、それらの含水率を全乾法で求めた。この2試片の含水率の平均値を、試験材の乾燥前の含水率とみなした。スギ試験材の乾燥前の含水率は42~140%、ヒノキ試験材のそれは32~50%であった。

2.2 方法

製材のJASに定められた含水率基準までの乾燥日数と、このときに発生する割れの状況を、乾燥開始時期や実施場所ごとに調べるため、含水率30%を目標とした天然乾燥試験を行った。また、比較対照のため、含水率20%を目標とした天然乾燥試験も行った。各条件への試験材の割り付けと各条件の乾燥開始時期は、表1のとおりとした。なお、試験材の割り付けを行う際、乾燥前含水率の平均値が各条件間で差が認められないようにした。図2に示すように、高田木材協同組合(奈良県御所市)の屋

外保管施設(屋根付きの屋外)および屋内保管施設(屋内)において、スギ試験材、ヒノキ試験材を積み重ねて乾燥を開始した。乾燥中は、適宜、試験材の質量と、試験材に発生した表面割れの長さおよび幅を測定した。また、乾燥実施場所付近の温度と相対湿度を温・湿度データロガー(株)ティアンドデイ製RTR-503)により計測した。質量から推定される含水率が目標値(含水率20%あるいは30%)に達するまで乾燥操作を続けた。

天然乾燥が終了した試験材は、順次、木口断面を12.0×12.0cmに調製した。この断面寸法は製品としての仕上げ寸法を想定している。仕上げ加工後の試験材は、図3に示すように、奈良県森林技術センター(奈良県高市郡高取町)の資材倉庫(屋内)に積み重ねて約1年間静置した。この操作は製品としての保管あるいは使用を想定しており、製材のJASの基準を満たした製品のその後の

表1 天然乾燥試験条件

樹種・材種	乾燥操作を開始した季節	目標含水率(%)	実施場所 ^注	試験材数(本)	乾燥操作開始日	試験条件の記号
スギ心持ち 無背割り正角	冬季	30	屋外	10	2013年2月4日	SA
			屋内	10	2013年2月4日	SB
	夏季	20	屋外	10	2015年2月9日	SC
			屋内	10	2015年2月9日	SD
		30	屋外	10	2013年7月8日	SE
			屋内	10	2013年7月8日	SF
20	屋外	10	2014年7月11日	SG		
	屋内	10	2014年7月11日	SH		
ヒノキ心持ち 無背割り正角	冬季	30	屋外	5	2013年2月4日	HA
			屋内	5	2013年2月4日	HB
	夏季	20	屋外	5	2013年2月4日	HC
			屋内	5	2013年2月4日	HD
		30	屋外	5	2013年7月8日	HE
			屋内	5	2013年7月8日	HF
20	屋外	5	2013年7月8日	HG		
	屋内	5	2013年7月8日	HH		

注:屋外とは、高田木材協同組合の屋外保管施設(屋根付きの屋外)。屋内とは、同協同組合の屋内保管施設(屋内)。



図2 天然乾燥試験の様子
上: 野外保管施設 (屋根付きの野外)
下: 屋内保管施設 (屋内)

割れの進展状況を調べるためのものである。以下これを静置期間として、前述した天然乾燥の操作とは区別する。静置期間中は、適宜、試験材の質量と、試験材に発生した表面割れの長さおよび幅を計測した。静置終了後、各試験材から繊維方向3cmの試片を切り出し、各試験材の含水率を全乾法で算出した。

3 結果と考察

3.1 天然乾燥実施場所の温湿度条件

高田木材協同組合の野外保管施設 (屋外) および屋内保管施設 (屋内) における、温度と相対湿度の推移と、全期間での温度の平均値を図4に示す。なお、この図には、表1に示す各試験条件でのおおよその乾燥期間も併せて示している。まず、乾燥実施場所の温度の推移に着



図3 仕上げ加工後の試験材を静置する様子
手前: スギ試験材 奥: ヒノキ試験材

目する。実施場所の温度は、屋外、屋内とも、長期的には季節に応じた変動を示した。スギ正角の乾燥期間を例にとると、冬季 (2月) に乾燥を開始して含水率30%に調節する場合 (試験条件SA、SB) には経過とともに温度の上昇が、夏季 (7月) に乾燥を開始して含水率30%に調節する場合 (同SE、SF) には経過とともに温度の低下が見られた。また、冬季に乾燥を開始して含水率20%に調節する場合 (同SC、SD) には経過とともに一旦温度は上昇し、その後低下する様子が、夏季に乾燥を開始して含水率20%に調節する場合 (同SG、SH) には経過とともに一旦温度は低下し、その後上昇の様子が見られた。なお、温度の短期的な変動については、屋外、屋内とも、5~10℃程度の変動幅が見られた。屋内の温度の変動幅は屋外の温度のそれに比べて小さい傾向が見られた。

次に、実施場所の相対湿度の推移に着目する。屋外の相対湿度は90%を超える湿潤状態や相対湿度40%を下回る乾燥状態になる場合があり、大きな変動幅が確認された。降雨や晴天など、天候による影響が大きかったと考えられる。これに対し、屋内の湿度環境に及ぼす天候の影響は、屋外ほど大きくなかったと推測され、屋内の相対湿度の変動幅は屋外のそれに比べてかなり小さかった。

以上のように、天然乾燥時の温湿度環境を乾燥開始時期、目標含水率および実施場所の違いで比較したところ、温度の推移については、特に、乾燥開始時期や目標含水率の違いによって異なる傾向が認められた。また、相対湿度については実施場所の違いによって異なる傾向が認められた。一般に、乾燥温度の違いは乾燥速度に影響を及ぼし、相対湿度の違いは乾燥速度や材表面に発生する応力状態に影響を及ぼす。このことから、目標含水率までの乾燥日数と、このときに発生する割れの状況は、乾

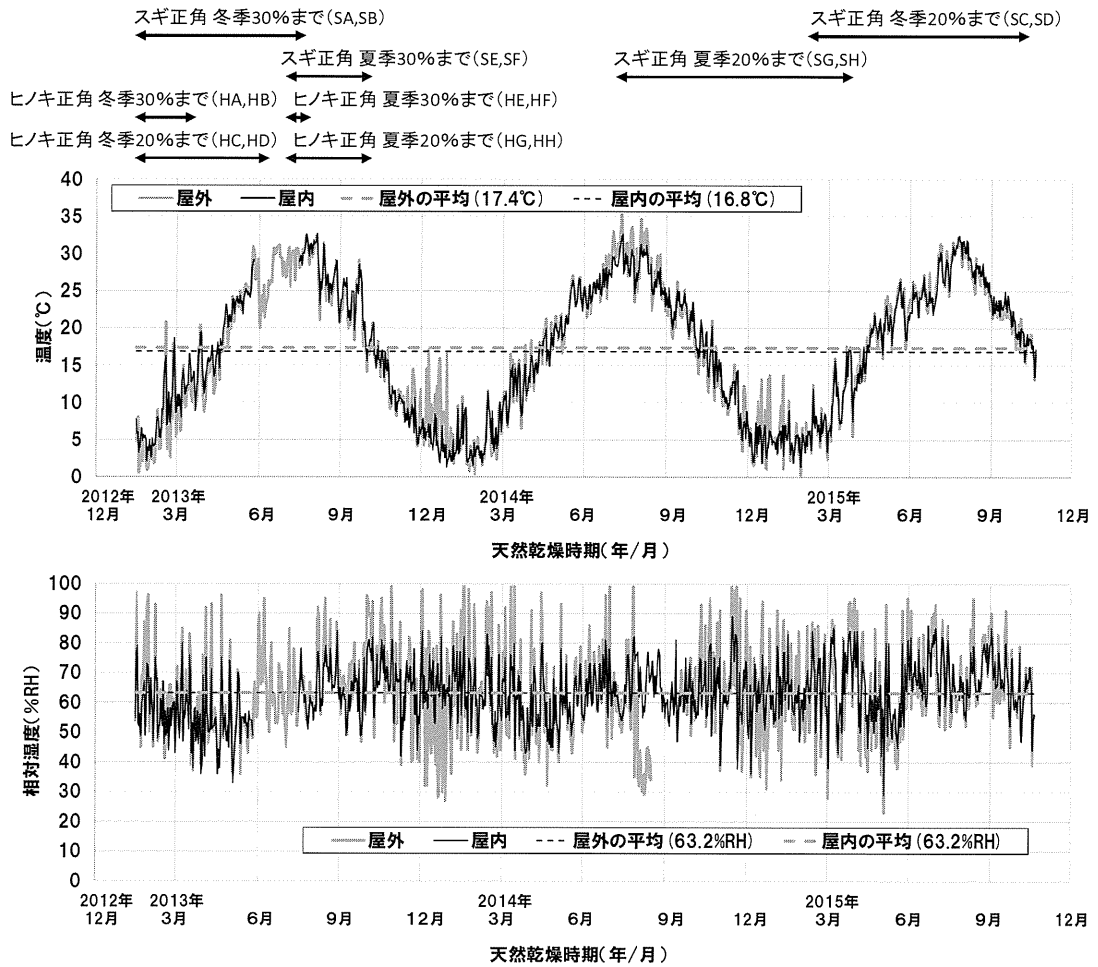


図4 天然乾燥実施場所の温度および相対湿度の推移
(上：温度の推移、下：相対湿度の推移)

注1 凡例の「屋外」、「屋内」は、表1の注に同じ。

注2 図上部の矢印は各試験条件でのおおよその乾燥期間を示す。また、試験条件の記号は表1に同じ。

乾燥開始時期や実施場所によって異なる可能性が考えられた。なお、乾燥開始時期や目標含水率の違いが乾燥日数に及ぼす影響と、実施場所の違いが割れの発生状況に及ぼす影響は、次項以降で詳細に考察する。

3.2 天然乾燥開始時期、目標含水率および実施場所が乾燥日数に及ぼす影響

スギ試験材、ヒノキ試験材が目標含水率に到達するまでの乾燥日数について、乾燥開始時期（夏季・冬季）、目標含水率（30%・20%）および実施場所（屋外・屋内）別に整理した結果を表2に示す。まず、スギ試験材での結果に着目する。スギ試験材の場合、乾燥前の含水率がばらついていたことから、いずれの条件においても、乾燥日数にばらつきが見られた。夏季から乾燥を開始して

含水率30%に調節する場合の日数が最も短く、屋外（試験条件SE）、屋内（同SF）とも10~78日であった。次いで、冬季から含水率30%に調節する場合（同SA、SB）、夏季から含水率20%に調節する場合（同SG、SH）、冬季から含水率20%に調節する場合（同SC、SD）の順に乾燥日数は長くなり、SCでは101~260日、SDでは101~242日を要した。なお、乾燥開始時期と目標含水率が同一の条件において、屋外での乾燥日数と屋内でのそれを比較したところ、屋内での乾燥日数が屋外でのそれに比べて短くなる条件（例えば、SCとSD）が見られたが、その違いは僅かであった。

次に、ヒノキ試験材での結果に着目する。ヒノキ試験材の場合、乾燥前の含水率のばらつきが小さかったため、

乾燥日数のばらつきはほとんど見られなかった。乾燥日数が最も短かった条件は、夏季から乾燥操作を開始して含水率30%に調節する場合で、屋外(試験条件HE)、屋内(同HF)とも10日であった。次いで、冬季から含水率30%に調節する場合(同HA、HB)、夏季から含水率20%に調節する場合(同HG、HH)、冬季から含水率20%に調節する場合(同HC、HD)の順に日数は長くなり、HC、HDでは130日を要した。なおヒノキ試験材の乾燥においても、開始時期と目標含水率が同一の条件において、屋内での乾燥日数が屋外でのそれに比べて短くなる条件(HAとHB、HGとHH)が見られた。しかし、乾燥日数が同一であった条件(HCとHD、HEとHF)も見られたことから、実施場所の違いによって乾燥日数に差が認められると結論するまでには至らないと考えられた。

以上のように、スギ正角およびヒノキ正角に対する天然乾燥日数は、乾燥開始時期(夏季、冬季)や目標含水率(30%、20%)の違いに影響を受けることが確認された。温度が高い期間に天然乾燥を行うと乾燥日数が短くなることや、目標含水率を低い水準に設定するほど乾燥日数が長くなることは、経験的に広く知られている。しかしながら、今回の検討により、奈良県内での具体的な天然乾燥日数の一つを、乾燥開始時期や目標含水率毎に示すことができた。

なお前述したとおり、スギ正角の場合、乾燥前の含水率がばらついていたため、乾燥日数のばらつきが見られた。スギ正角をより効率的に天然乾燥するためには乾燥前の含水率にも着目し、その大小に応じた操作を行うことが望ましい。そこで、今回取り扱ったスギ試験材について、乾燥前含水率と所要乾燥日数の関係を図5に示す。この図によると、夏季から乾燥を開始して含水率20%に調節する場合(SG、SH)を除き、乾燥前含水率と所要乾燥日数の間には正の関係が認められた。天然乾燥を行う際、乾燥開始時期および目標含水率の違いに加え、乾燥前含水率の大小に応じて乾燥日数を調節することで、仕上がり含水率の揃った乾燥材が得られると考えられる。ただし、SGやSHのように、一次の関数によって乾燥前含水率と乾燥日数との関係を十分に説明できない条件も見られた。この原因は明らかでないが、SGやSHでは、乾燥後期に気温がかなり低下して十分な乾燥速度が得られず、乾燥日数が大幅に長くなる材が現れたと推測される。乾燥後期に気温が低下する天然乾燥については、特に、製品の含水率管理に注意する必要がある。

3.3 天然乾燥開始時期、目標含水率および実施場所が割れの発生に及ぼす影響

天然乾燥後および仕上げ加工後における表面割れ長さを表3に示す。まず、スギ試験材での結果に着目する。

表2 天然乾燥前後の含水率および乾燥に要した日数

樹種	試験条件 (乾燥開始時期、目標含水率、乾燥実施場所)	天然乾燥前含水率(%)			天然乾燥後含水率(%)			乾燥日数 (日)
		最小	平均	最大	最小	平均	最大	
スギ 試験材	SA (冬季、含水率30%、屋外)	44	82	117	24	30	37	38~179
	SB (冬季、含水率30%、屋内)	47	77	140	21	28	34	29~179
	SC (冬季、含水率20%、屋外)	44	76	109	19	23	25	101~260
	SD (冬季、含水率20%、屋内)	49	79	120	18	22	26	101~242
	SE (夏季、含水率30%、屋外)	43	72	117	24	31	37	10~78
	SF (夏季、含水率30%、屋内)	42	80	110	18	28	36	10~78
	SG (夏季、含水率20%、屋外)	57	78	91	19	22	27	60~253
	SH (夏季、含水率20%、屋内)	63	88	118	19	21	23	60~253
ヒノキ 試験材	HA (冬季、含水率30%、屋外)	32	34	37	27	28	30	38
	HB (冬季、含水率30%、屋内)	33	35	38	27	29	32	22
	HC (冬季、含水率20%、屋外)	35	37	39	17	18	20	130
	HD (冬季、含水率20%、屋内)	34	37	41	17	18	20	130
	HE (夏季、含水率30%、屋外)	34	36	42	23	26	29	10
	HF (夏季、含水率30%、屋内)	35	39	45	26	27	29	10
	HG (夏季、含水率20%、屋外)	38	44	50	19	20	22	78
	HH (夏季、含水率20%、屋内)	35	39	47	17	18	21	50

注 試験条件の記号は表1に同じ。

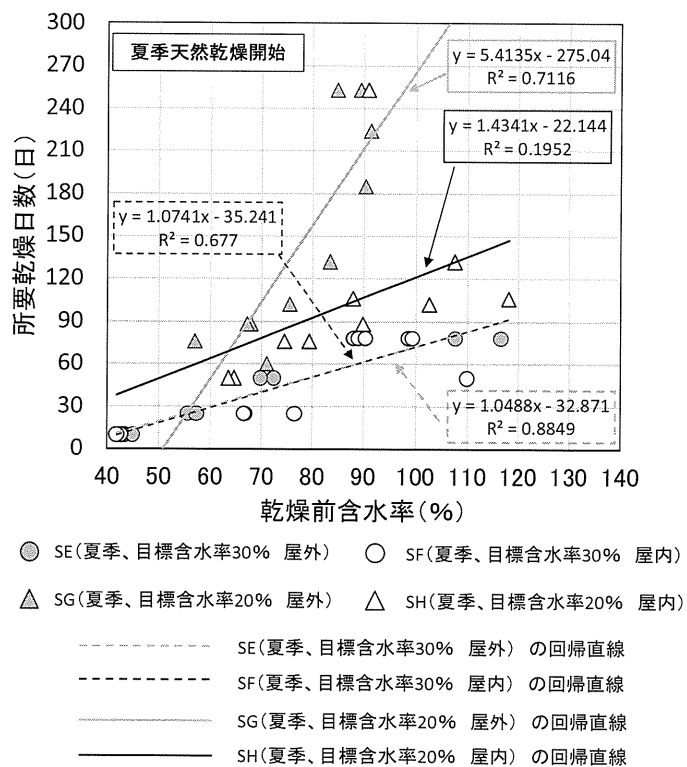
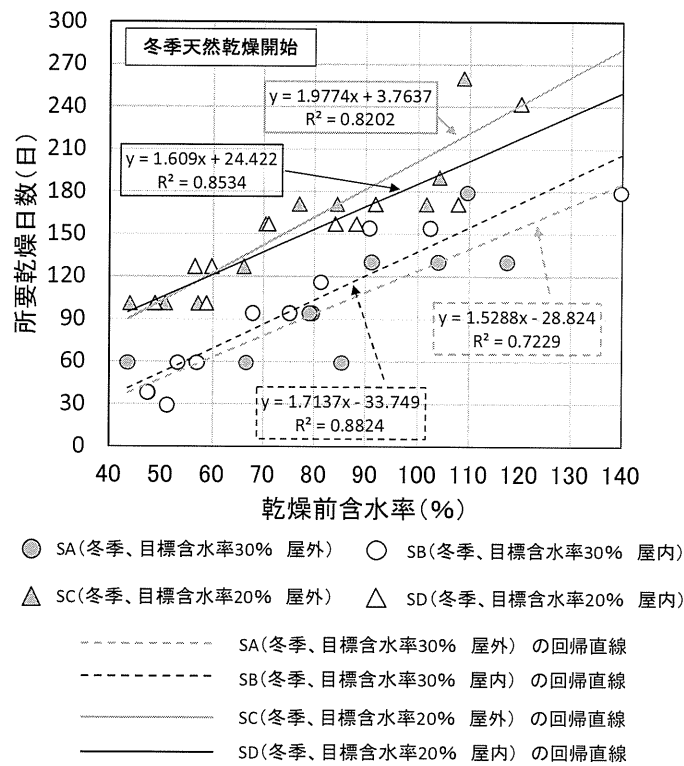


図5 スギ試験材の乾燥前含水率と所要乾燥日数との関係
 (上：冬季に天然乾燥を開始した条件、下：夏季に天然乾燥を開始した条件)
 注 試験条件の記号は表1に同じ。

表3 天然乾燥後および仕上げ加工後における割れ長さ

樹種 (試験材数)	試験条件 (乾燥開始時期、目標含水率、乾燥実施場所)	天然乾燥後の割れ長さ(cm)			仕上げ加工後の割れ長さ(cm)		
		最小	平均	最大	最小	平均	最大
スギ 試験材 (N=10)	SA (冬季、含水率30%、屋外)	1077	1460	1760	371	959	1516
	SB (冬季、含水率30%、屋内)	547	1232	1831	186	806	1609
	SC (冬季、含水率20%、屋外)	1210	1453	1695	659	983	1448
	SD (冬季、含水率20%、屋内)	548	1027	1273	333	739	1221
	SE (夏季、含水率30%、屋外)	89	994	1497	84	789	1398
	SF (夏季、含水率30%、屋内)	363	777	1189	270	647	1104
	SG (夏季、含水率20%、屋外)	632	1205	1586	108	801	1239
	SH (夏季、含水率20%、屋内)	394	760	1269	134	616	1208
ヒノキ 試験材 (N=5)	HA (冬季、含水率30%、屋外)	421	668	909	424	667	880
	HB (冬季、含水率30%、屋内)	127	317	541	121	306	524
	HC (冬季、含水率20%、屋外)	605	949	1319	491	817	1195
	HD (冬季、含水率20%、屋内)	510	644	859	450	591	752
	HE (夏季、含水率30%、屋外)	373	540	719	335	543	775
	HF (夏季、含水率30%、屋内)	115	373	612	131	442	723
	HG (夏季、含水率20%、屋外)	584	731	975	586	717	938
	HH (夏季、含水率20%、屋内)	402	645	980	396	654	960

注 試験条件の記号は表1に同じ。

天然乾燥後の割れ長さについて、差が認められた要因は実施場所であり、乾燥開始時期と目標含水率の組み合わせがいずれの場合においても、屋内での割れ長さは、屋外でのそれに比べて小さかった。3.1でも述べたように、屋外の相対湿度の変動は屋内の相対湿度のそれに比べて大きく、相対湿度40%を下回るような乾燥状態が見られる場合があった。また、屋外では、乾燥中に、直射日光に曝された危険性も考えられる。このような環境において、屋外のスギ試験材の表層には割れが生じるほどの引張り応力が発生しやすかったと推測される。この割れが経過とともに進展し、相対的に、屋内の材よりも大きな割れ長さとして観察されたと考えられる。乾燥開始時期の要因については、実施場所の要因ほどの差は認められなかったが、冬季に乾燥を開始した場合は夏季に比べて割れ長さが大きくなる傾向が認められた。目標含水率の要因については条件間で明らかな差は認められなかった。

天然乾燥後に発生した割れは、仕上げ加工の工程で一部が削り落とされ、いずれの条件においても、仕上げ加工後の表面割れ長さは天然乾燥後のそれに比べて小さくなった。仕上げ加工後の割れ長さについても、差が認められた要因は実施場所であり、乾燥開始時期と目標含水率の組み合わせがいずれの場合においても、屋内での割

れ長さは、屋外でのそれに比べて小さかった。乾燥開始時期の要因および目標含水率の要因については、条件間で明らかな差は認められなかった。

次に、ヒノキ試験材での結果に着目する。天然乾燥後の割れ長さについて、差が認められた要因は実施場所であり、この点は、スギ試験材での結果と同様の傾向であった。これに対し、目標含水率の要因については、スギ試験材での結果と傾向が異なった。すなわち、目標含水率30%とした条件は、目標含水率20%とした条件に比べて割れ長さが小さくなる傾向が認められた。スギ材に比べると、ヒノキ材は初期含水率が低く、その平均値は表1に示すとおり40%前後であった。そのため、ヒノキ材には、乾燥に伴う含水率傾斜がスギ材ほど大きく現れず、繊維飽和点付近である含水率30%を目標とした条件では、割れ発生リスクが少なかったと推測される。なお、ヒノキ材の場合、乾燥開始時期の要因については、条件間で明らかな差は認められなかった。

また、ヒノキ試験材の場合、仕上げ加工前後で割れ長さに大きな変化は見られなかった。この現象を考察するため、天然乾燥後に発生した表面割れ長さを幅別に整理した結果を表4に示す。この表から、ヒノキ材に発生した表面割れはスギ材に比べて幅が広いものの割れが多いことがわかる。割れ幅の大きな割れは、放射方向に深い

表4 天然乾燥後に発生した表面割れの幅別割合

樹種 (試験材数)	試験条件 (乾燥開始時期、目標含水率、乾燥実施場所)	乾燥後に発生した割れの幅別割合(%)						
		幅0.5mm 以下	幅0.6~ 1.0mm	幅1.1~ 1.5mm	幅1.6~ 2.0mm	幅2.1~ 2.5mm	幅2.6~ 3.0mm	幅3.1mm 以上
スギ 試験材 (N=10)	SA (冬季、含水率30%、屋外)	25	33	15	10	11	5	2
	SB (冬季、含水率30%、屋内)	28	27	13	10	7	6	8
	SC (冬季、含水率20%、屋外)	27	30	20	13	7	2	1
	SD (冬季、含水率20%、屋内)	27	25	14	6	4	8	15
	SE (夏季、含水率30%、屋外)	17	14	22	14	22	9	3
	SF (夏季、含水率30%、屋内)	15	8	10	7	10	21	29
	SG (夏季、含水率20%、屋外)	24	23	24	18	6	4	2
	SH (夏季、含水率20%、屋内)	15	9	17	7	9	13	29
ヒノキ 試験材 (N=5)	HA (冬季、含水率30%、屋外)	2	25	14	29	15	14	0
	HB (冬季、含水率30%、屋内)	1	7	12	39	28	10	3
	HC (冬季、含水率20%、屋外)	7	7	26	8	4	3	44
	HD (冬季、含水率20%、屋内)	4	12	7	9	4	3	61
	HE (夏季、含水率30%、屋外)	2	4	14	7	17	49	6
	HF (夏季、含水率30%、屋内)	0	2	16	16	16	27	22
	HG (夏季、含水率20%、屋外)	2	6	4	15	5	4	64
	HH (夏季、含水率20%、屋内)	3	3	4	4	11	8	67

注1 試験条件の記号は表1に同じ。

注2 各試験条件とも、全試験体に発生した割れ長さの総計から、幅別の割合を算出した。

注3 ここでいう割れ長さの総計とは、各試験条件へ供した全試験材（スギは10体、ヒノキは5体）に発生した表面割れの長さをすべて足したものである。

ものが多いため、ヒノキ材に発生した表面割れ長さについては仕上げ加工工程による影響を大きく受けなかったと考えられる。

以上のように、天然乾燥時に発生する割れについては、スギ正角の場合、主に、実施場所（屋外、屋内）の違いに影響を受けることが確認された。また、ヒノキ正角の場合、実施場所（屋外、屋内）および目標含水率（30%、20%）の違いに影響を受けることが確認された。天然乾燥の実務において、屋内で乾燥を行うことで割れの発生をある程度抑制できることは経験的に知られている。今回の結果は、この経験則を裏打ちするものとなった。また、今回の検討により、天然乾燥による割れの発生状況を、開始時期や目標含水率毎に把握することができた。

3.4 静置期間中における表面割れの進展状況

天然乾燥後、木口断面を12.0×12.0cmに仕上げ加工したスギ試験材について、静置期間中の表面割れ変化を図6に示す。この図では、経過に伴う表面割れ長さの総計を、各試験条件別、また、表面割れの幅別に整理している。なお、ここでいう表面割れ長さの総計とは、各試験条件へ供した全試験材（スギ正角は10体、後述するヒノキ正角は5体）に発生した表面割れの長さをすべて足し

たものである。さらに、この図では、経過に伴う含水率の変化も併せて示している。いずれの試験条件においても、静置期間中に含水率の低下が見られ、静置終了時点で含水率は15%前後となった。このとき、多くの試験条件において、割れ長さあるいは割れ幅にも変化が見られ、特に、含水率の低下が見られる時期に割れ長さが大きくなる、あるいは幅の大きな割れの割合が多くなる傾向が認められた。割れ長さの変化および割れ幅の変化を試験条件間で比較すると、差が認められた要因は天然乾燥時の目標含水率であった。天然乾燥開始時期と天然乾燥実施場所の組み合わせがいずれの場合においても、目標含水率30%とした条件は、目標含水率20%とした条件に比べ、静置期間中に割れ長さが大きくなる、あるいは幅の大きな割れの割合が多くなる傾向が認められた。

同様に、ヒノキ試験材での結果を図7に示す。スギ試験材での結果と同様、静置期間中に含水率の低下が見られる点、割れ長さの変化および割れ幅の変化に差が認められた要因は天然乾燥時の目標含水率である点が確認された。

以上のように、静置期間中における表面割れの進展については、スギ正角、ヒノキ正角とも、天然乾燥時の目

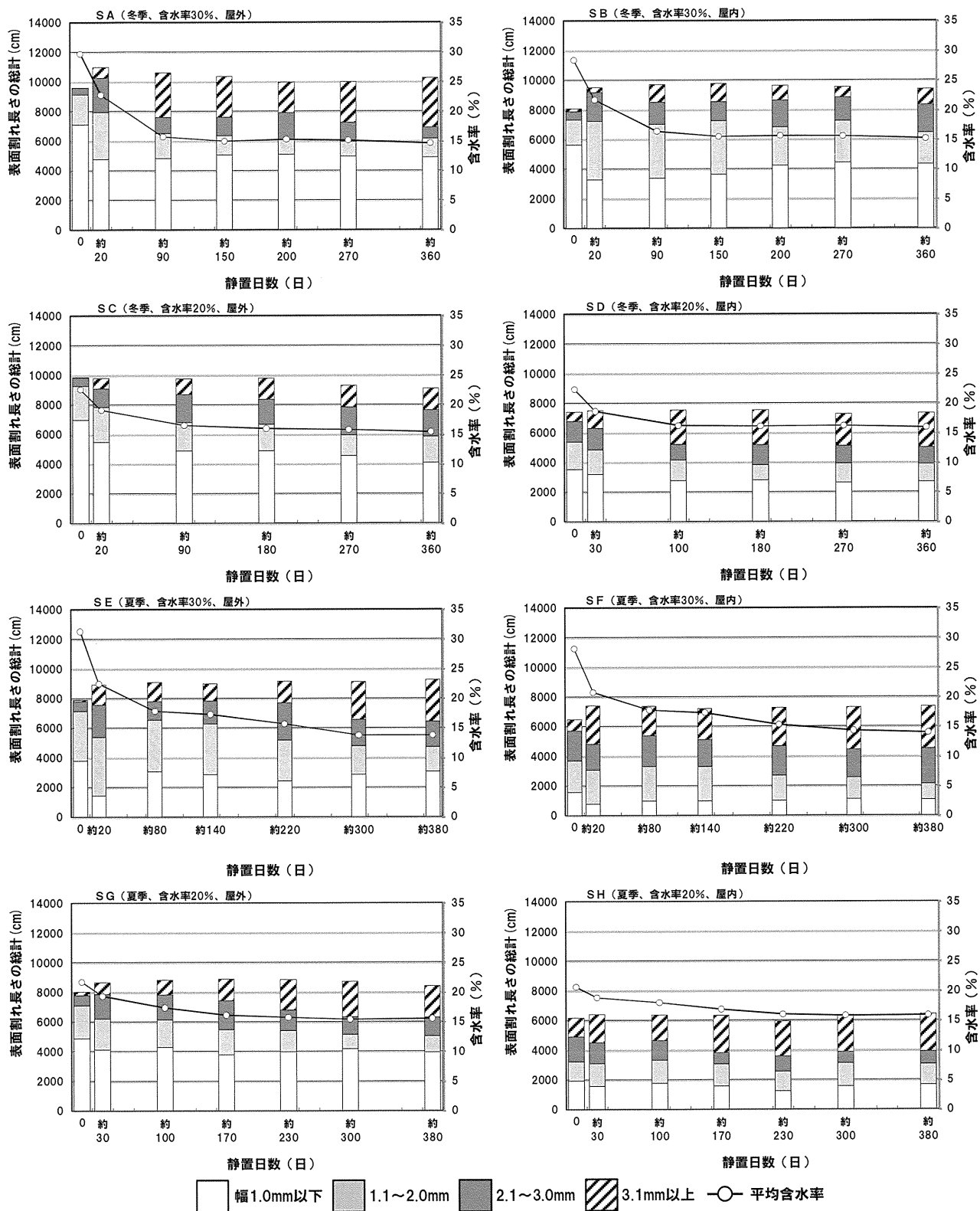


図6 静置期間中の表面割れ長さの変化 (スギ試験材)

注 試験条件の記号は表1に同じ。

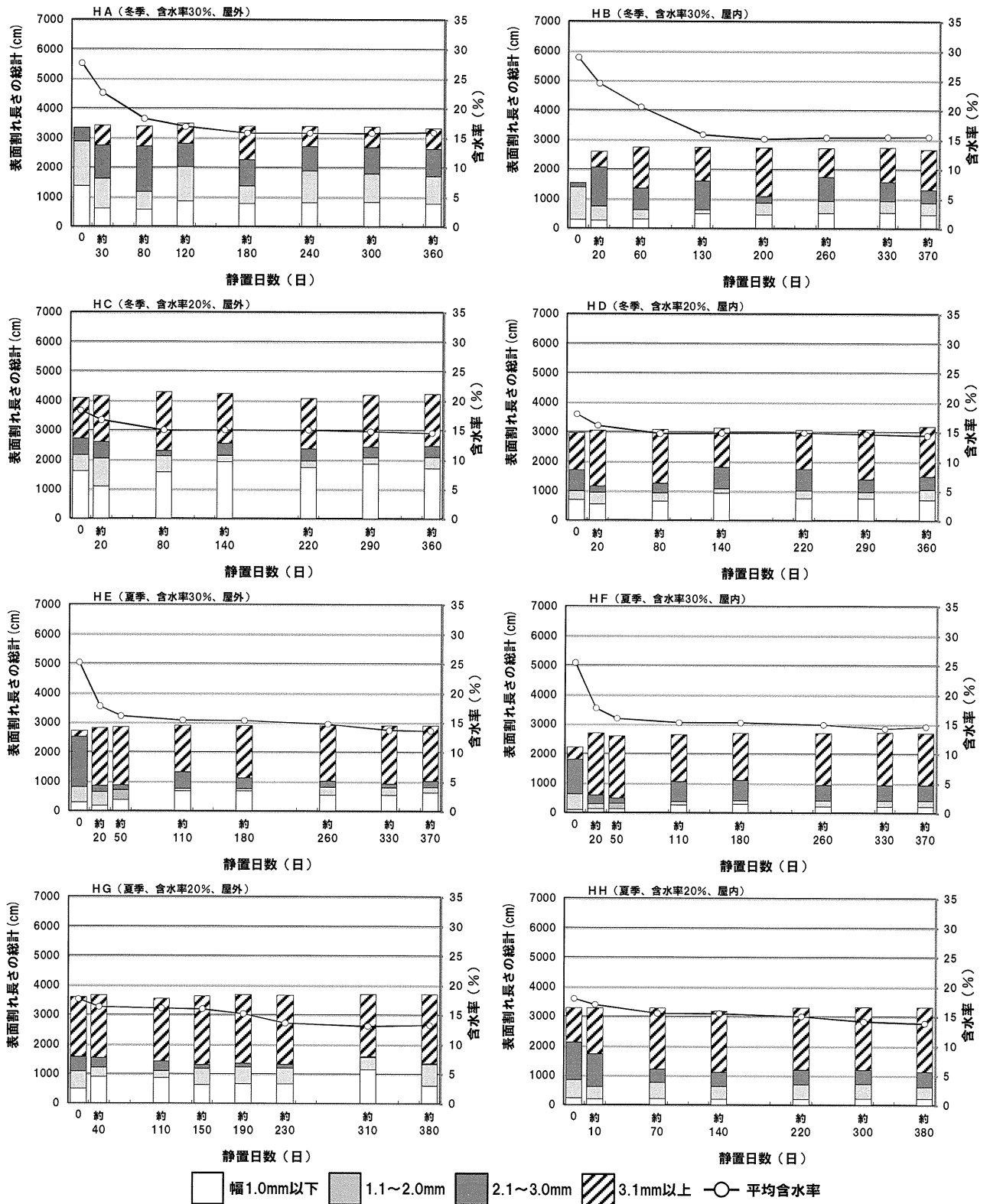


図7 静置期間中の表面割れ長さの変化 (ヒノキ試験材)

注 試験条件の記号は表1に同じ。

標含水率 (30%、20%) の違いに影響を受けることが示された。含水率 30% に調整された天然乾燥材は、含水率 20% に調整された材に比べ、その後の含水率低下が大きく、表面割れの進展が大きくなる危険性が示唆された。

なお、乾燥材の品質を評価する際、表面割れの発生状況に加え、断面の寸法変化量も重要な指標の一つとなる。天然乾燥時の目標含水率の違いがその後の寸法変化に及ぼす影響は前報²⁾ で調べている。これによると、目標含水率が高い条件ほど静置期間中での含水率の変化が大きく、表面割れが発生しなかった材面ではスギ材、ヒノキ材ともに見かけの収縮率は大きくなった。表面割れが発生した材面では割れ幅の拡大にともない寸法が増加する場合があります、ヒノキ材ではこの傾向が顕著であった²⁾。このように、表面割れの進展と断面の寸法変化には互いに密接な関係があると考えられ、両者の挙動には天然乾燥時の目標含水率が影響を及ぼしている。近年、構造用製材に対する含水率管理精度の向上は重要な課題である。製材の JAS では、天然乾燥処理製材が直ちに製品として使用されることは想定されていないものの、割れの進展や寸法変化が可能な限り起こらないといった、より高い品質が求められる場合には、含水率 20% あるいはそれ以下を天然乾燥時の目標に設定すべきと考えられる。

まとめ

スギおよびヒノキの心持ち無背割り正角を対象に、乾燥開始時期 (夏季、冬季)、実施場所 (屋外、屋内) および目標含水率 (30%、20%) がそれぞれ異なる天然乾燥を行い、目標含水率までの所要日数を調べるとともに、乾燥時に発生する表面割れの量を試験条件間で比較した。また、天然乾燥試験が終了した試験材を仕上げ加工し、屋内にて約 1 年間静置した。このときの表面割れの進展状況を試験条件間で比較した。結果、次の結論を得た。

(1) 天然乾燥時の温湿度環境を乾燥開始時期、目標含水率および実施場所の違いで比較したところ、温度の推移については、特に、乾燥開始時期や目標含水率の違いによって異なる傾向が認められた。また、相対湿度については実施場所の違いによって異なる傾向が認められた。これらのことから、目標含水率までの所要日数と割れの発生状況は、乾燥開始時期や実施場所によって異なる可能性が考えられた。

(2) スギ正角およびヒノキ正角に対する天然乾燥日数は、乾燥開始時期や目標含水率の違いに影響を受けるこ

とが確認された。

(3) 天然乾燥時に発生する割れについては、スギ正角の場合、主に、実施場所の違いに影響を受けることが確認された。また、ヒノキ正角の場合、実施場所および目標含水率の違いに影響を受けることが確認された。

(4) 天然乾燥後、木口断面を 12.0×12.0cm に仕上げ加工したスギ正角およびヒノキ正角を屋内に静置して表面割れの変化を調べたところ、表面割れの進展は、スギ正角、ヒノキ正角とも、天然乾燥時の目標含水率の違いに影響を受けることが示された。含水率 30% に調整された天然乾燥材は、含水率 20% に調整された材に比べ、その後の表面割れの進展が大きくなる危険性が示唆された。

引用文献

- 1) “製材の日本農林規格”, 農林水産省告示第 1920 号 (2013)
- 2) 寺西康浩ほか: スギ・ヒノキ心持ち無背割り正角に対する天然乾燥 (第 1 報) - 製材の日本農林規格に定められた含水率基準までの乾燥日数と、乾燥後の含水率の違いがその後の寸法変化に及ぼす影響 - . 奈良県森林研報. 44, 73-80 (2015)

(2018 年 2 月 28 日 受理)

