

平成6年度 農林水産省補助事業
調査・指導事業

調査事業報告書

〈建築用針葉樹材の乾燥に関する調査〉

平成7年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査

目次

はじめに.....	1
建築用針葉樹材の乾燥に関する調査	2
第1章 調査結果（総括）.....	4
第2章 地域別調査結果.....	12
1 北海道.....	12
2 秋田県.....	24
3 長野県.....	38
4 三重県.....	51
5 奈良県.....	63
6 岡山県.....	71
7 熊本県.....	85
建築用針葉樹材の乾燥に関する調査票（記入例）.....	95

はじめに

近年、木造住宅に使用する部材の乾燥に対する要求が非常に高まっている。この背景には、工期の短縮、大工等の技能者の減少、内装デザインや工法の変化があり、プレカット化、部品化の動きとも相まって使用中の寸法変化の少ない高品質の人工乾燥材が求められている。しかし、人工乾燥材の生産量は必ずしも多くなく、一般市場でこれを求めることは困難な状況にある。我が国における木材の人工乾燥は、広葉樹材については歴史が古いが、針葉樹材では比較的浅く、建築用材に限るといくつかの工場が取り上げ始めたのはほんの10年くらいにしかない。

木材乾燥施設や技術の実情について調査した例としては、1971年に農林省林業試験場（現在の森林総合研究所）の乾燥研究室が施設について全国規模で調査したものと、1984年に林野庁林産課が同じく全国的に調査したものがある。また、乾燥施設や生産量、乾燥技術について調査した例としては、1988年に日本住宅・木材技術センターが全国各地からいくつかの工場を選んで調査した例がある。しかし、これらはいずれも古いため、今回新たに調査する事を計画した。

今回の調査では、乾燥材生産や乾燥施設の使用状況あるいは利用技術に関する調査もさることながら、乾燥施設の利用に際し問題となっている事柄の調査を含め、今後の乾燥材の普及並びに乾燥施設の普及に資する事を大きな目標とした。調査にあたっては調査委員会を設定して調査方法を打ち合わせ、全国から代表的な地域を選定して、地区内の乾燥材生産者から聞き取り調査を行う方法を取った。調査結果は地域毎にとりまとめ、これを全国的に集約した。

調査にあたって、各工場の御担当の方々に多大の御協力を頂きましたことを深く感謝致します。

委員長 久田卓興

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査調査

1 主 旨

近年、木造住宅における人工乾燥材の使用量は、工期の短縮、大工技能者の減少、プレカット材の普及等を反映して、多少は伸びてきているもののその普及状況は極めて低位にある。

これには、様々な要因が考えられるが、乾燥施設や乾燥技術の面からの検討も必要と考えられる。

そこで、ここでは、乾燥施設の改良等について、関係者の意向調査を行なうこととし、こ

2 調査の内容・方法

(1) 調査内容

- ①乾燥施設の設置状況（施設の種類、選択理由、制御方式）
- ②乾燥材の生産と流通状況
- ③乾燥方法及び処理条件
- ④装置の故障とメンテナンス

(2) 調査方法

委員会を設置し、全国から代表的な地区を選定し、地区内の乾燥材生産者等を対象にヒアリング調査を行った。

委員会名簿

区 分	氏 名	所 属
委員長	久 田 卓 興	森林総合研究所
委 員	信 田 聰	東京大学農学部
	中 島 厚	北海道立林産試験場
	小 林 好 紀	秋田県林務部木材産業課
	吉 田 孝 久	長野県林業総合センター
	野々田 稔 郎	三重県林業技術センター
	小 野 広 治	奈良県林業試験場
	河 崎 弥 生	岡山県木材加工技術センター
	池 田 元 吉	熊本県林業研究指導所
	小 玉 牧 夫	日本木材乾燥施設協会

3 調査結果の概要

要 約

建築用針葉樹材の乾燥が比較的盛んな地域を7箇所（北海道、秋田県、長野県、三重県、奈良県、岡山県、熊本県）選定し、乾燥施設の設置状況、乾燥材の生産と流通状況、乾燥方法や処理条件、装置の故障とメンテナンスの状況、さらに、乾燥施設に対する要望、乾燥技術に関する疑問等をヒアリング及びアンケートにより調査したもので、対象は74工場である。対象施設の種類は、蒸気式119、除湿式25、減圧式6、電気式14、太陽熱式1台である。

<キーワード>

針葉樹材、乾燥施設、乾燥材、設置状況、生産、乾燥方法、処理条件、故障、メンテナンス、アンケート、ヒアリング、蒸気式、除湿式、制御方式、減圧式、電気式、太陽熱式

第1章 調査結果

1 調査方法

全国各地から建築用針葉樹材の乾燥が比較的盛んな地域を7カ所選び、その中から10工場程度を選択し、乾燥施設の設置状況、乾燥材の生産と流通状況、乾燥方法や処理条件、装置のメンテナンスなどについて調査した。また、このほか自由記入の形でユーザーの乾燥設備に対する要望や、乾燥技術に関する疑問、悩みなどを調査し、さらに乾燥材の普及のための方策などについて意見を聴取した。調査地域は北海道、秋田県、長野県、三重県、奈良県、岡山県、熊本県である。

調査方法は調査員による聞き取り方式とし、調査表として別添の表を用いこれに記入する方法を取った。調査結果は地域毎に別の一覧表に取りまとめるとともに、各調査員による調査概要と所見を加えて第2章に地域別に示した。

調査工場の選択は各調査員の自由選択としたが、なるべくその地域の平均的な姿が分かるような工場および装置を選ぶことを基本にした。調査工場数は必ずしも十分満足できるほど多くはないが、調査地域の選定と合わせ、この方法ではほぼ全国的な建築用針葉樹材の木材乾燥に関する状況が把握できるものと考えた。

2 調査結果

2.1 調査施設の設置状況

調査工場は全体で74工場、調査した乾燥施設の台数は165台であった(表1-1)。このうち蒸気式は全体の約72%を占める119台、除湿式は15%を占める25台で、このほかに減圧式が6台、電気式(電熱式)が14台、太陽熱式が1台あった。ここで減圧式としたのは排気ファンによって減圧する方式で、減圧ポンプによって真空度を高める方式(真空式)ではない。

地域的な特徴として、北海道、秋田、長野、熊本では蒸気式の占める割合が高く、また岡山も比較的蒸気式が多い。これに対し、奈良は除湿式をはじめ多様な種類の装置が用いられており、他の地域とかなり状況が異なっている。また、三重県については電気式の多いことが注目される。

施設導入時における乾燥装置の選定については、メーカーの勧めによって選んだと回答した工場が多く(表1-2)、施設メーカーにとって営業活動がきわめて重要なことがわかる。次に多いのは、性能に対する信頼性の高さであるが、他社あるいは自社での使用実績、さらには同業者からの勧めを加えると、当然ではあるが信頼できる装置でしかもよく使われている装置が選定の大きな理由となっている。しかし、価格の安いこともかなり重要な要素である。また、その他の理由として挙げられた中にはメンテナンスの問題がいくつか含まれており、この事も大切な要件の一つと言える。

表1-1 各地域における調査施設の種別台数と収容材積

地域別 (調査工場数)	台数 材積	乾燥施設の種別の台数と平均収容材積 (m ³)				
		蒸気式	除湿式	減圧式	電気式	太陽熱式
北海道 (11)	台数 m ³	30 20	3 25			
秋田県 (13)	台数 m ³	16 21	2 21	2 14		
長野県 (11)	台数 m ³	24 9	4 23			
三重県 (10)	台数 m ³	18 22	5 19		11	
奈良県 (11)	台数 m ³	3 15	5 14	3 15	1 19	1 6
岡山県 (10)	台数 m ³	15 30	3 15	1 8	1 10	
熊本県 (8)	台数 m ³	14 24	3 11		1 6	
合計 (74工場)	台数 (比率)	119 (72)	25 (15)	6 (4)	14 (8)	1 (1)

乾燥装置は他の木材加工機械と違い、機械の性能だけでなくその利用技術が重要とされているが、調査集計表5の中ではそのことにふれている工場が多いにも係わらず、施設選択の理由にこの事を挙げた所はほとんど無かった。この理由については、施設の導入時には利用ソフトの重要性をあまり意識していなかったか、あるいはこれを施設メーカーに求めるのは無理といった考え方があるのか、疑問な部分である。

温湿度の制御方式としては、ほとんどが定値制御あるいはコンピュータ利用を含むプログラム制御式のタイムスケジュールによる方式を採用している(表1-3)。含水率スケジュールを採用している所は北海道と長野に多いが、これは乾燥工場が広葉樹乾燥の経験からこの方式に慣れていることや、カラマツ乾燥では有効でやりやすいこと、乾燥技術的に高いレベルにあることのためと考えられる。針葉樹乾燥の場合は、特にスギでは材質のバラツキが大きいため含水率スケジュールの適用は難しく、現場での作業管理のし易さの面からも、今後とも制御方式はタイムスケジュールが主体になると予想される。

コンピュータ式あるいは調節計に演算装置を内蔵したプログラム式はかなり普及しており、手で設定する従来の装置との比率は約半々に達している。

表 1 - 2 乾燥施設の選択理由

地域別	施設の選択理由（回答数）								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
北海道	2	1	18	4		4			3
秋田県	1	2	3	3		3			6
長野県		3	4	3	1	4	1		
三重県	3	1	1		1	3			7
奈良県	1	2	5	2	2	2			3
岡山県	2	1	9			2		3	1
熊本県	3	1	6	1	1	5			
合計	12	11	46	13	5	23	1	3	20

a : 多く使われている b : 同業者に勧められた c : メーカーから勧められた
 d : 価格が安い e : 同じ施設を使用している f : 性能が信頼できる
 g : 助成を紹介してくれた h : なんとなく i : その他

表 1 - 3 温湿度の制御方式

地域別	温湿度の制御方式（装置数）					
	a	b	c	d	e	f
北海道	9	19			4	1
秋田県	4	4	7		5	
長野県	8	4	9	2	5	
三重県	4		30			
奈良県	5		8			
岡山県	11		9			
熊本県	14	1	2			
合計	55	28	65	2	14	1

a : 定値制御・タイムスケジュール b : 定値制御・含水率スケジュール
 c : プログラム制御・タイムスケジュール d : プログラム制御・含水率スケジュール
 e : コンピュータ制御・タイムスケジュール f : コンピュータ制御・含水率スケジュール
 g : その他

2. 2 乾燥材の生産と流通状況

地域別に状況を要約すると、次の通りである。

(1) 北海道

国産材はエゾマツ、トドマツが主体で、構造用の柱材が8割くらいを占める。しかし、最近では北米産のスプルースがかなり多くなってきており、この調査ではむしろ輸入材の方が量的に多い。材種はほとんどが心去りの柱角材で、一部で厚さ45mmくらいの造作用材を乾燥している。乾燥施設はほとんどが蒸気式で、この中には温度を150℃くらいまで上げられる装置も2～3見られる。乾燥材の出荷先は住宅メーカー、大工・工務店、プレカット工場が主で、問屋・小売店への出荷は少なく、市場への出荷は皆無である。乾燥材に対する価格の上乗せは、15～20%で金額的には8,000～14,000円/m³と見られる。

(2) 秋田県

ほとんどの工場がスギを主製品としており、輸入材は5%くらいと僅かである。構造材とその他との比率は9：5で、他の地域に比べ造作材の割合が多く、地域性が良く現れている。また、構造材はほとんどが心去り材であり、心持ちの一般材を乾燥している西日本地域とはかなり状況が異なる。乾燥施設は北海道と同様蒸気式がほとんどである。乾燥材の出荷先は大工・工務店が多いが、問屋・小売店へもかなり出荷されている。また、市売り・センターへの出荷も相当量あり、役物柱の多い当地の事情を反映している。乾燥材への価格の上乗せは、15～20%で金額的には10,000円/m³前後と見られる。

(3) 長野県

カラマツの乾燥を足がかりにして木材乾燥施設が普及し、近年は建築用材の乾燥需要の増加によってヒノキ、スギのほか、輸入材のベイマツ、ベイツガなど多様な種類の木材が乾燥されるようになった。しかし、輸入材の比率は5%程度で低く、また国産材のスギも一部で行われているだけで、量的にはカラマツ、ヒノキが圧倒的に多い。材種別にはカラマツは集成材用のラミナの乾燥が主体で、ヒノキは構造用柱材が主である。乾燥施設は蒸気式が主である。乾燥材の用途は自社使用が多いため、乾燥材の価格上乗せの調査に対しては回答しにくい所が多かったようである。ヒノキの乾燥材は市場や問屋へ集荷されているものが多いが、この場合の価格の上乗せに対しては可能性を5%くらいとしているにも係わらず、実際はその様になっておらず、乾燥材生産と価格上乗せを連携させているわけでは無いといった考え方が強く現れている。

(4) 三重県

スギ、ヒノキの乾燥で、しかも大半が構造材であるところが特徴的である。規模の大きな工場がいくつかあり、樹種、材種別の専門化が進んでいる。また、県南部地域は地元林業を反映してヒノキ心持ち柱材の生産が主である。スギの乾燥は多くが一般構造用材の乾燥であるが、一部で役物の乾燥も行われている。乾燥装置としては他の地域に比べ電気式が多いのが特徴である。大手乾燥工場からはプレカット工場や住宅メーカーへの出荷が多いが、その他は市場や問屋への出荷が多く役物生産が主体となっている。乾燥コストの上

乗せ可能性は5～10%とする所が多く、役物では乾燥コスト以上に高く売れるが、一般材ではこうしたメリットは見られない。しかし、ヒノキが多いためか乾燥コストも出ないとする他の地域に比べ、ある程度乾燥コスト負担が図られている。金額的にはヒノキは6,000～7,000円/m³、スギは8,000～16,000円/m³と幅が大きい。

(5) 奈良県

調査対象として構造用の柱材生産を主にした工場を選んだため、生産量はこれが大半を占めているが、奈良県における全体的傾向もほぼこれに近いものである。樹種別にはヒノキの乾燥が主で、スギは1割程度と少ない。いずれの工場も役物生産を主たる対象としており、このため出荷先はほとんどが市場、問屋などとなっている。こうした事情から乾燥施設は除湿式が多く、このほか減圧式、電熱式など色々な装置が用いられている。乾燥材の価格上乘せについては5～10%とする所が多い。乾燥材生産について、ほとんどの工場が乾燥材でないと売れないためやっていると答えているが、乾燥コストの負担が大きな問題であることは他の地域と共通した悩みとなっている。

(6) 岡山県

人工乾燥に対する取り組みが中位から上位に位置する企業10社を選んだ。いずれも製材業を主としており、取り扱い樹種別ではヒノキが5社、スギとアカマツが各2社、ベイマツが1社である。乾燥施設の数全体で20台あり、平均収容材積は21m³である。乾燥施設メーカーは10社に及び、一部に自社製作のものもある。乾燥方式は蒸気式が大半を占めるが、これ以外では除湿式が3台、減圧式が1台、電熱式が1台ある。乾燥対象材はほとんどが国産材で、量的にはヒノキが圧倒的に多く、スギはまだ一部で乾燥されているにすぎない。用途別では約87%が構造用である。乾燥材の出荷先は市売り、問屋など流通業者へ約50%、ハウスメーカーや工務店などへの直売が30%、プレカット工場へが20%である。乾燥材の価格については8割以上の企業が5～20%の範囲で上乘せ可能と回答している。

(7) 熊本県

針葉樹の乾燥に熱心な上位企業9社のうち8社について調査した。乾燥施設の数合計17台で、これは県内全体の約2割程度である。乾燥方式は蒸気式13台、除湿式3台、電気式1台である。県内全体では蒸気式が約40%、除湿式が30%であるのに比べ、今回の調査工場は蒸気式の比率がかなり高い。乾燥対象とする樹種は4社がスギ、他の4社がヒノキを主としているが、量的にはスギが67%、ヒノキが33%とスギが多く、他の地域と大きく異なっている。乾燥コストの上乗せについてはスギは可能であるが、ヒノキについてはあまり明確でない。これはヒノキについてはすでに乾燥が常識化されており、当然といった意識があるように感じられる。スギの場合の価格の上乗せについては約10%と回答しているが、現実的な可能性は5%くらいとの厳しい見方も感じられる。

以上のことを全国的に総括すると、調査地域の選定方法にも依存するわけであるが、各

地域はそれぞれ乾燥材というよりは製材品の生産品目にかなり特徴がある。すなわち、北海道はエゾマツ、トドマツが主体で、長野はカラマツ、岡山はヒノキ、秋田、熊本はスギ、奈良、三重はスギ、ヒノキの両方であるが、奈良は乾燥材生産に限ってはヒノキ主体といった特徴がある。また、秋田、奈良、三重、岡山は多少の違いはあれ役物生産が主たる目標となっており、スギ一般材を対象とする熊本や、他の一般建築用構造材を乾燥対象とする北海道や長野とは事情が大きく異なっている。このような事情の違いは乾燥材生産に対する基本的な考え方の違い、すなわち乾燥材としての品質評価、乾燥コスト負担、乾燥設備、乾燥方法などに大きな影響を与えている。

乾燥設備として近年は蒸気式の比率が高まっているが、役物生産を目指している地域ではまだ除湿式もかなり使われている。また最近では、規模の小さい工場では除湿式に変わって、簡便で扱いやすい電熱式の人気が高まっている。

乾燥経費については先進的地域では、必要経費はそれなりに確保できる様になってきているが、まだ多くの地域では経費負担が苦しい状況にあると言えよう。経費負担の可能性については材価の5～15%とするところが多いが、現実には5%くらいしか見通しが得られないといった雰囲気を感じられる。このため、役物では何とかなるが、スギ一般材の乾燥については熊本を除き困難との考え方が強い。

2. 3 乾燥方法および処理条件

蒸気式の比率が高い北海道や長野では乾燥に比較的高い温度条件が用いられている。これらの地域では乾燥材が一般構造用材として使われ、あまり材色のことは問題にされないという理由もあるが、比較的乾燥に対する考え方や技術レベルの高い事が大きく影響しているように思われる。

北海道では冬季の暖房によって室内の平衡含水率が非常に低くなることから、乾燥が不十分な木材を使用すると後で色々建築上のトラブルが生じるため、含水率管理に対する要求度が高い。また、寒冷地では除湿式乾燥機の能率が悪いことも蒸気式が多い大きな理由である。調査地は旭川周辺であるが、この地域には地元で複数の蒸気式乾燥機メーカーがあり、いずれも高温を特徴とする装置の販売に熱心であることも大きく影響して、100℃以上の非常に高い温度条件を用いている工場がある。乾燥日数は柱材乾燥で多くは7～11日くらいであるが、高温型装置の場合は1～3日となっている。厚さ45mm前後の造作用材では4～8日で乾燥が行われている。

長野県ではカラマツ乾燥の技術が業界に浸透しているが、カラマツやベイマツの乾燥ではヤニ処理のため90～95℃の蒸煮が行われ、乾燥に際しても高い温度条件が用いられている。この地域ではヒノキの乾燥には一時期除湿乾燥機がかなり導入されたが、近年はヒノキに対しても蒸気式を導入する所が多くなり、現在は蒸気式が主流となっている。そして、ヒノキの乾燥にも65～70℃までの比較的高い温度条件が用いられている。乾燥日数はヒノキの柱材で4～7日であるが、目標含水率に対してやや短いのではないかと感

じられる。カラマツは多くは板材で集成材ラミナと思われるが、温度が高いにも係わらず乾燥日数を4～6日取っており、きちんとした乾燥が行われているように思われる。

ヒノキの乾燥は岡山県、奈良県、三重県で多く行われているが、乾燥方法は地域によってかなり異なっている。岡山県では蒸気式の装置が多く用いられており、乾燥温度は最終が70℃と高い所と除湿乾燥なみに45℃と低い所がある。乾燥日数は前者が7～9日、後者が7～10日でそれほど違わないが、温度が高い所では仕上がり含水率の目標値が17%と低く、他の地域と比べ厳しい含水率規制が行われている様に感じられる。これに対し、奈良県ではほとんどが除湿式で、一部の電熱を熱源とする減圧式を含んでも乾燥温度はせいぜい50℃くらいである。また、乾燥日数は4～6日と低く、一般的な方法では目標の仕上がり含水率20%をクリアすることは困難なはずである。この地方では伝統的に役物生産が主体であるため、こうした方法が普及したものと思われる。一方、三重県では同様に役物生産が目標とされているが、装置的には蒸気式、電気式、除湿式と色々である。このため乾燥温度も高い所から低い所まで色々ある。乾燥日数はいずれも4～7日が多いが、中には10日くらいかけているところもある。前述の岡山県と奈良県の特徴の両者を兼ね備えている地域とも言えよう。

スギの乾燥は秋田県、熊本県が盛んで、三重県でもかなり行われている。このほか量的にそれほど多くはないが、奈良、岡山、長野の各県でも行われている。ただし、このうち秋田については心去り材が主で、心持ちの一般材を対象とする他の地域とは事情が異なっている。また、奈良県は役物や造作材の乾燥が主で、ここもやや事情が異なる。こうした背景から、秋田では装置としては蒸気式が多いが、乾燥温度は50～60℃と低く、材色重視の傾向が見られる。乾燥日数は柱材で7日前後が多いが、その倍の14日近くかけている所もある。

心持ちのスギ一般材の乾燥については、ほとんどが蒸気式を用いている。熊本では最高温度を60～70℃として、7～10日で処理し、仕上げ含水率を20～25%とする乾燥が多く行われている。三重、奈良、岡山、長野の各県でも一般材についてはほぼ同様の乾燥方式が取られている。

2. 4 装置の故障とメンテナンス

故障の発生箇所と発生件数は表1-4の通りである。最も多いのは風の循環装置に係わるベアリングまたはファンの故障である。長野ではカラマツの乾燥に高温蒸煮と高い温度条件が用いられるため、ベアリングの故障とヤニによるファンの傷みが多く見られる。この影響は扉のパッキングの傷み、壁体の損傷、台車の故障にも現れており、高温に対する装置の耐久性の向上は重要である。また、ファン関係では吸排気ファンの故障もかなり多い。

次に多いのは電気系統の故障で、調節計、記録計、インバータなどのほか温湿度のうち特に湿度センサーの故障が多く発生している。三重、奈良でこれが多いのは除湿式や電

表 1 - 4 故障の発生箇所と発生件数

地域別	壁体	扉 ハッキング	循環ファン・ ハッリング	吸排気装 置・ファン	計器類 電気部品	電磁弁	温湿度セ ンサー
北海道	1	1	2	3		7	1
秋田県	1	1	2	3	4	1	1
長野県	5	6	6		3	1	1
三重県		1	6	5	3	2	4
奈良県		1	4				4
岡山県		1	1		1		
熊本県		2	3		2	1	
計	7	13	24	11	13	12	11

地域別	機内配管 ヒーター	蒸気配管 トラップ	ボイラ	除湿器 ガスもれ	台車	その他
北海道	2	2	1	1	1	1
秋田県	3	4		2		2
長野県	2	2	1		6	2
三重県	2		1	1		
奈良県			4	3		1
岡山県						
熊本県	1		2			1
計	10	8	9	7	7	7

熱式の装置では相対湿度表示方式の湿度センサーが用いられていることや、ヒノキの乾燥が多いことによるものと思われる。電磁弁については電氣的というよりは蒸気系統の故障に入れるべきかもしれないが、これもかなり故障の発生頻度が高い。

ボイラーのほか蒸気配管や蒸気トラップ、乾燥機内の蒸気配管、ヒーターからの蒸気漏れなど蒸気関係の故障は非常に多く、前出の電磁弁も含めると最も故障の多い部分と言えよう。

除湿器の故障ならびにフロンガスのガス漏れは、除湿式乾燥機の台数からするとかなり故障発生率が高い。

こうした故障の修理については、メーカーによる修理または地元の業者による修理、あるいは部品を取り寄せて自社で修理するといった方式が取られ、メーカーが近くにあるかどうかによっても対応方式がかなり異なっている。メーカーの迅速な対応を求める声もあるが、多くは何とかそれなりの処置が取られているようである。

第2章 地域別調査結果

1 北海道

1.1 概要

(1) 調査対象工場数は、道北圏（旭川市，当麻町，富良野市）6工場，道央圏（苫小牧市，石狩町）2工場，道南圏（上磯町，江差町）2工場，道東圏（士幌町）1工場の計11工場で，1工場を除いてすべて針葉樹製材を主体にした製材業，住宅プレカット部材製造業および賃乾燥業などである。北海道林務部林産振興課の資料によると，道内における人工乾燥施設（建築用）の設置工場数は平成5年度末で206工場であるので，調査率は約5%である。

(2) 乾燥施設の内訳は、蒸気式が30台、除湿式が3台の計33台で、蒸気式のうち3台は高温仕様の乾燥機で乾球温度150℃までの設定が可能とのことである。その他はごく標準タイプの乾燥設備である。装置メーカーは蒸気式が4社、除湿式が2社であったが、地元メーカーの乾燥設備が調査対象施設中約8割を占め、地元占有率が高い特徴がある。

(3) 近年は、あらゆる分野でコンピュータの利用が図られ、その進出に目をみはるものがあるが、木材乾燥装置においても例外ではない。温湿度設定において最初に樹材種別のスケジュールを選択（メーカー提案が多い）し、その後は乾燥開始ボタンを押せば、以後タイムスケジュールによって調湿工程終了まで自動運転されるタイプが多い。従来の手動設定方式に比べればやや先進的な感じを抱かせるが、含水率、あるいはその他の乾燥進行情報（例えば内部応力）をセンサによって捉えながら操作する装置ではないので、いわゆる全自動装置とは異なる。ただし、中には僅かではあるがそれが可能な設備もある。

従来の設備を使っている工場では、乾燥操作に際しコントロール材を2～3本作成し、含水率スケジュールによって操作している工場も多くみられたが、乾燥途中の含水率を知る手段として市販の電気式水分計を用いるケースがあり、この点は多少気がかりな面である。一方、工場によってはタイムスケジュール方式を基本としながらも、同時に栈積み材の中からサンプル材をとり重量法によって含水率を1日数回測定するなど、製品に対する水分調整、管理に注意している所もいくつかあった。これは、調査したいずれの工場も承知していたことではあるが、木材流通システムや住宅工法などの急激な変化が時代背景にあり、木材乾燥の良否が住宅の質を左右するほど重要であるとの認識がかなり浸透していた。北海道林務部林産振興課資料によれば、建築用材総出荷量に対する人工乾燥材供給比率は、昭和59年度2.1%、昭和63年度9.9%、そして平成5年度は17.7%と年々着実に増加しつつある。また潜在的にはさらにこれを上回る量の乾燥材需要があり、今後流通量の増加が予想されており、このことは数値的にも十分裏づけされている。しかしながら、その比率はまだまだ低位であるため、より一層の乾燥材普及の取り組みが必要である。

(4) 建築用材に利用される樹種は、エゾマツ、トドマツが依然主流ではあるが、米材針

葉樹（スプルース）の利用がかなり増加していることが、本調査でも実感できる。スプルースの乾燥方法についてはこれまでのエゾマツ、トドマツとほぼ同等と思われた。また、北海道の今後の課題の一つとしてトドマツ中小径材の有効利用が上げられ、これについては今後高温乾燥の適用を検討しなければならないと考えるが、本調査における2工場の3室がこれに該当すると思われ注目に値する。この2工場はいずれも乾燥日数の短縮の面で非常に価値があるとの認識を持っており、現在一般的に乾燥が困難とされる心持ち材、大断面材を主体に乾燥を行っている。乾燥日数短縮の面で驚異的な側面を持っていることは確かであるが、その効果や製品品質についてはなお検討すべき点が残されている。

（5）乾燥設備の故障に関しては、以下の集計表のとおり予想される事柄が上げられており、特に北海道の場合は冬期間における低温対策として、配管廻りあるいは壁体構造などに十分な配慮が必要である。また、温湿度、風速の均一化、設定値の維持精度などは乾燥装置に必要不可欠の性能であるため、これらの性能を満たさない設備は直ちに改良・修繕を施すべきである。今回の調査では工場によって様々ではあるが、故障対応が迅速に実施されていないなどの不満も一部に聞かれたことから、なお一層のサポート体制をメーカー責任として充実させると同時に、性能の向上を図る努力を研究側は無論のことユーザーと直結するメーカー側は常に持ち続ける必要があると思われる。

1. 2 調査集計表

（1）乾燥施設に関する調査	表1
（2）乾燥材の生産と流通に関する調査	表2
（3）乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表3
（4）乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表4
（5）ユーザーの意見に関するまとめ	表5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況						施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)	
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ	棧積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)			壁体の材質 厚さ(mm)
北 1	◎製材業	A	除湿式	1993	2	北1-1	エゾ・トドマツ 105×105	4.9 6.5 4.2	1.35 1.05 3.65	29	鋼板カテナ断 熱 90	b	
北 2	◎製材業 造林, 造材	B	蒸気式	1991	1	北2-1	エゾ・トドマツ 105×105	3.7 8.9 3.1	1.05 0.75 3.65	28	スチルスハ [®] 60	a, b	
北 3	◎質乾燥業	C	蒸気式	1979	2	北3-1	スプルース 105×105	5.0 11.5 3.5	1.8 2.6 3.65	20	コンクリート 250	a, b	?
		D	蒸気式	1987	2	北3-2	スプルース 105×105	2.8 11.0 3.85	1.9 2.8 3.65	20	スチルスハ [®] 60	a, b	c, d
		D	蒸気式	1989	2	北3-3	スプルース 105×105	2.8 11.0 3.85	1.9 2.8 3.65	20	スチルスハ [®] 60	a, b	c, d
北 4	◎製材業 住宅部材製 造	D	蒸気式	1985	1	北4-1	カラマツ 16~19×125	2.5 11.0 3.9	1.8 0.9 3.65	20~25	スチルスハ [®] 80	b	c
		E	蒸気式	1986	2	北4-2	カラマツ 16~19×125	2.5 11.0 3.9	1.8 0.9 3.65	20~25	スチルスハ [®] 50	b	c
		E	蒸気式	1990	3	北4-3	カラマツ 16~19×125	2.7 12.0 4.0	1.8 0.9 3.65	20~25	スチルスハ [®] 80	b	c, d
北 5	◎製材業	D	蒸気式	1985	1	北5-1	ヒバ 18×105	2.0 4.2 2.3	1.7 2.0 3.65	4.3	スチルスハ [®] 60	a	a, c
北 6	◎製材業 プレカット	F	除湿式	1985	1	北6-1	スプルース 120×120	4.9 5.7 4.3	1.2 0.8 3.65	17	塩ビ [®] 鋼板カ テナ [®] 150	a	b

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1（施設）

続き

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選理由 (特記事項)	湿度の制御方法 (特記事項)				
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			棧積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)	
北 6		D	蒸気式	1988	2	北6-2	スプルース 105×105	3.1 9.7 3.85	1.2 0.8 3.65	14~16	スチルス ^o 板 60	a	c, i (量をこなすため)	
		D	蒸気式	1988	1	北6-3	スプルース 105×105	3.1 5.7 3.85	1.2 0.8 3.65	8	スチルス ^o 板 60	a	c, i	
北 7	◎木材流通 業 住宅建設業	E	蒸気式	1983	2	北7-1	エゾ・トドマツ 105×105	2.9 9.8 4.0	1.8 1.2 3.65	17	スチルス ^o 板 100	b	c, f (ガラス ^o 断熱を 発泡ウレタンに変えたため)	
		D	蒸気式	1987	2	北7-2	エゾ・トドマツ 110×110	2.7 11.5 4.0	1.8 1.2 3.65	21	スチルス ^o 板 100	b	c, f (発泡ウレタンを使用 し、断熱効果が良く省エ ネ ^o のため)	
		D	蒸気式	1989	2	北7-3	エゾ・トドマツ 105×105	2.9 9.4 2.8	1.9 1.1 3.65	17	スチルス ^o 板 100	b	c, f (高温水利用で配 管故障が少ないため)	
北 8	◎製材業	E	蒸気式	1992	1	北8-1	スプルース 105×105	3.2 8.3 4.1	2.2 3.3 3.65	35	スチルス ^o 鋼板 ハ ^o 板 60	a	c	
		E	蒸気式	1994	1	北8-2	スプルース 105×105	3.2 4.7 4.1	2.2 3.0 3.65	13	スチルス ^o 鋼板 ハ ^o 板 110	e	c	
北 9	◎製材業	D	蒸気式	1987 (中古)	1	北9-1	スプルース 105×105	1.95 8.4 2.3	1.8 1.9 3.65	16	スチルス ^o 鋼板 ハ ^o 板 60	b	c	
北 10	◎製材業	D	蒸気式 蒸気式	1990	2	北10-1	スプルース 105×105	6.25 15.0 4.48	1.1 0.72 3.65	46	スチルス ^o 板 80	e	c, d, i (上司の方針)	
北 11	◎プレカッ ト	E	蒸気式	1993	2	北11-1	カラマツ 110×110	3.5 5.0 3.9	2.0 2.0 3.65	6~10	セメント内 壁 表面処理ス チルス ^o 板 60	e, f	a, c	

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

北海道

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)					
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ セカ-	問屋・ 小売店	工 場	住宅 メカ-	大工・ 工務店	価格上乗せ可能性 (特記事項)	価格上乗せの程度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	ボイ- 士	その他
北 1	900 85 15	600 100 0			75 100	20	5		a	d (8,000~10,000円/m ³)				2
北 2	350 90 10	250 75 25			20 20			80 80	a	d (問屋8,000~9,000円/m ³ ,工 務店10,000~12,600円/m ³)				1
北 3	2,120 90 10	3,180 80 20			15 15	5 5	70 70		c	(10,000円/m ³ 程度)		2	1	
北 4	330 0 100	130 0 100							a	d (9,000~12,000円/m ³)		1	1	
北 5	150 0 100							20	a	b (14,000円/m ³)			1	
北 6	444 96 4	2,525 100 0			5		95 100		a	c (8,000円/m ³)		2		
北 7	1,924 85 15	574 85 15					10 60		a	e (9,000~12,000円/m ³)		1		
北 8	236 80 20	2,534 80 20							a	d		2		

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

北海道

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)				
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ センター	問屋・ 小売店	アパート 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せの程度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	主任 士	その他
北 9	100 10 90	300 10 90						100 100	c		1		
北 10	1,220 100 0	1,945 96 4			10 100	90			a c (8,000~9,000円/m ³)		1		
北 11	77 100 0		100						a d				1

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

北海道

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲(℃)	乾燥日数(日)	間欠・連続の区分	蒸煮処理の有無	蒸煮処理の条件		摘要	
			初期	仕上げ					温度(℃)	時間(hr)		
北 1-1	エゾ・トド(心去り)	105×105	60	20	40~45	10	連続	無			除湿式	
北 2-1	エゾ・トド(心去り) スプルース(心去り)	45×105 105×105	45~55	20	40~60 55~70	7~8	連続	有	70	6		
			40~50	20		8~9	"	"	"	"		
北 3-1~3 共通	スプルース(心去り) トドマツ(心去り)	105×105 "	50	18	45~58 38~52	8~10	連続	有	40	2		
			80	20		10~13	"	"	"	"		
北 4-1~3 共通	スプルース(心去り) "	19×125 48×135	70~80	10	45~75 "	5	連続	有	100	6~7		
			"	15		10	"	"	"	"		
北 5-1	ヒバ(心去り)	18×105	30~35	10~15	40~60	7	連続	有	50	2~3		
北 6-1 -2・3 共通	スプルース(心去り) スプルース(心去り) " "	120×120 105×105 120×240 30×105	40~70	25	40~50 65~70 " "	9	連続	無			除湿式	
			"	20		5	"	"	"	4		
			"	25		5	"	"	"	"		"
			"	20		4	"	"	"	"		"
北 7-1~3 共通	エゾ・トド(心去り) "	105×105 45×105	60~80	17以下	45~80 "	7~10	連続	有	80	3		
			"	"		5~7	"	"	"	"		
北 8-1 -2	スプルース(心去り) スプルース(心持ち)	105×105 105×105	50	15	45~60 90~150	6	連続	無				
			50	15		1	"	"	"	"		
北 9-1	エゾ・トド(心去り) スプルース(心去り)	105×105 45×105	75	15~16	50~80 "	10~11	連続	有	60~70	6		
			70	10~12		7~8	"	"	"	"		
北 10-1	スプルース(心去り)	105×105	25~30	15~20	50~60	8	連続	有	50	6		
北 11-1	カラマツ(心持ち) カラマツ(心去り)	110×110 45×50	40	17	~150 "	2~3	連続	有				
			40~50	17		1~2	"	"	"	"		

注) 材種：心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4 (メンテナンス)

北海道

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
北 1-1	特になし						特になし
北 2-1	スチームトラップ 室内配管(蒸気管)	地下水の水あかかたまってしまった。 水質による損耗(サビ)	1.0	今まで(4年) に1回	代理店メーカー、取り替え 設備メーカー、補修	特になし	特になし
北 3-1 -2・3 共通	室内配管 " 配電装置関係 電磁弁	サビによる破損 " 温湿度センサーが異常値を示す 弁作動が適正でない	5.0 2.0 3.0 1.5	2回/年 1回/年 たまに "	自分で取り替え修繕 設備メーカー対応 "	特になし 制御に異常をもたらず制御装置 の故障(微電流関係)	特になし 特になし
北 4-1	ファン	ベアリング破損	2~3	1回/3~4年	メーカー対応から自社対応へ(価格 的な面から)	特になし	特になし
-2	吸排気系統 排気ファン 壁体 強制排気ファン	ダクトホース(室内側)の損傷 排気量の不足 温度条件でパネルが歪んだ 特に調湿時に乾燥温度が上がりが きみ(排気能力不足)	4~5 1ヶ月後 0.5 直後	今まで1~2回 1回のみ 永続的 "	メーカー対応 能力をアップ、メーカー対応 メーカー対応したが、未解決 上記に同じ。冷水循環等で改善 策を講じたが、スキキリしない。 自社対応、取り替え	広葉樹乾燥の場合、問題あり。針 葉樹は利用可能範囲である。	特になし
-3	電磁弁 " 強制吸排気ファン	自社にあった中古品を取り付け たため、またon-offが頻繁なた め損耗。(調節計も中古品) " 送風量のバランスが悪いため、 温度が上がりがきみ(排気量不足)	" "	" 永続的	" "	"	特になし
北 5-1	特になし						特になし
北 6-1 -2・3 共通	エバポレータ 台車 電磁弁	腐食 腐朽(特に海岸隣接工場のもの) 作動不良	2~3 " "	1回/2~3年 1回/2年 "	メーカー対応 メーカー対応、作り替え メーカー対応、取り替え	特になし 特になし 特になし	特になし 特になし 特になし

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
北 7-1・2 共通	ファン	ベアリングの損耗	2.0	2年毎	メーカー対応	メーカーの迅速な対応を望む。ファン移籍が特に時間、金額の面で問題あり。	蒸気式を高温水循環方式にした方が管の腐食が少なく長持ちすると思われる。
-3	配管 電磁弁 特になし	ウォータハンマによる故障 作動不良	3.0 1.0	2~3回/年 ときどき	" "	特になし	特になし
北 8-1・2 共通	特になし					特になし。今のところ装置メーカーの販売代理店の技術者が月に2回程度来て、装置を点検する。	特になし
北 9-1	電磁弁 扉のパッキン ボイラー	作動不良、水質が原因 腐朽 作動停止、氷結のため給水停止	5.0 2.0 6.0	1回/3年 1回/2年 今までに1回	メーカー対応、取り替え修繕 " 自社で対応	特になし	特になし
北 10-1	電磁弁	弁が閉じない	約4.0	1回	メーカー対応、本体交換	特になし	特になし
北 11-1	特になし					特になし	特になし。今のところ、乾燥実績が少なく大きな問題は無いが、寒冷地向けの配管と保温に留意する必要がある。

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表5（自由記入）

北海道

1 乾燥施設について

（1）故障

- ・温湿度が設定どおり適正に制御されないような欠陥に結び付く故障（電磁弁，センサー等）は，大変困る。
- ・故障が生じても，広葉樹に比べ針葉樹に与えるダメージは小さい場合が多い。
- ・メーカーは修繕に時間とお金がかからないような方策を・・・。
- ・寒冷地向けの配管と保温に留意する必要がある。

（2）メンテナンス

- ・賃乾燥業のため，失敗は許されないので，特に温湿度維持に支障をきたすような故障に対しては，早急なる対応を望む。
- ・月に1～2回の定期点検を実施してほしい。
- ・定期的に点検を受けており，今のところ問題ない。

（3）改良・開発

- ・ランニングコストの低減化を図りたい。
- ・装置メーカーのより一層の改良努力を望む。
- ・室内風速のバラツキを低減させたい。
- ・省エネ技術を追及してほしい。

（4）その他

- ・せっかく苦勞して乾燥させたものを野ざらし状態とならないように，またストック材が増えた時に土場が煩雑とならないように，広大かつ管理のし易いストックヤード（できれば調湿機能を備えた倉庫）が必要である。
- ・コンピュータ操作盤が買えず，休日に出勤する不都合さがある。
- ・乾燥材のストックヤードがほしい（温湿度一定制御ができればなお良い）。

2 乾燥技術について

（1）乾燥操作・スケジュールの決定

- ・賃乾燥業のため，品痛みの少ない安全サイドの条件で丁寧に扱っており，現状は経営的に安定している。しかし，より以上の営利を得るために，乾燥日数の短縮が図れる操作方法を見い出したいと思う。
- ・乾燥試験を実施して，自社にとっての適正スケジュールを見い出したいが，そのための実験装置がなく，実際は時間を多めにかけて安全サイドの乾燥を実施している。

（2）技術の向上・新しい技術の開発

- ・ 自社努力しており、研究機関の指導、技術の開発促進に期待する。
- ・ 材料の低質化に伴い狂いが発生し易いので、棧積み上部から重錘を載せて乾燥を行っているが、より良い防止策が必要である。
- ・ 節の割れを防止する乾燥方法を開発してほしい。
- ・ 狂い防止のため棧積み上部から圧縮を行って乾燥しているが、さらに側部圧縮も可能な方法があれば知りたい。

(3) 乾燥技術者の養成

- ・ メーカーの専門技術者の指導により養成。
- ・ 北海道乾燥材普及協議会等が定期的に行う研修会等に出席。
- ・ 研修会や講習会で、技術の習得、向上を図っている。ただし、近くの開催地に限る。
- ・ 乾燥の基礎部分は地元研究機関に頼っている。実施は自社で指導しながら・・・。
- ・ 技術の習得のためとはいえ、社員を長期間派遣する余裕がないので、仕事を行いながら地元で研修を受けられるような養成所がほしい。
- ・ 自社の研究成果に基づき行っている。

(4) その他

- ・ 材の割れ、反りなど（特にカラマツ）で苦勞している。
- ・ 試験材と乾燥室内の材料との含水率差が大きい場合に、均質な乾燥材が得難い。
- ・ 節の部分で発生する割れを防止したい。

3 乾燥材の普及

(1) 普及にあたっての問題点

- ・ 乾燥材の注文を受ける際、出荷の期日を指定されることがあるが、この場合、十分な水分調整ができないまま相手先に出荷されるケースがある。これでは、両者間の信頼関係を潰すことになりかねない。
- ・ 試験材の含水率を基準としても、個々の棧積み材との含水率差が大小あり、ある程度均一な水分状態で出荷することが困難である。
- ・ 自社では用途的に100%乾燥材で仕上げているが、建築用構造材の場合は、供給側、それを使用する側、そしてエンドユーザがそれぞれ乾燥材に対する価値観や見解が微妙に違うため、結局、原材料を提供する側は水分を適正值まで落せない現実がある。
- ・ 乾燥材は単なる「水抜き材」と区別され認識していく必要がある。寸法精度を厳密に論じるのであれば、乾燥材とは利もあれば損も生じさせることを生産者は納得し謙虚に受け止めた上で、「水抜き材」を除外していかなければ一向に普及がなされないと。現段階では、この両者に判然としないものがあり、差別化までに至っていない。

(2) 乾燥コスト

- 調査対象工場すべてで生材価格より約10~20%程度、高く売れるとの解答が得られた。
- ・ 利益を少しでも上げたい。そのための新技術導入を積極的に図りたい。

(3) 普及のための方策

- ・乾燥材は要求されてすぐにできるものではないので、余裕のある供給体制を心がけ作っていくべきである。
- ・乾燥材の供給側と使用者側が直接、話し合う場があり、乾燥材の良さを納得し合える機会が増えれば、乾燥材の普及が一層図れるものと思う。結局、PR不足。
- ・乾燥材はイコール一般製材品となるように規格化されることが有効。
- ・公共団体、役所で乾燥材を認知してほしい（積算単価資料に登録）。
- ・乾燥材のPRをもっとしてほしい。

(4) その他

- ・経営的に見れば、これまでの乾燥材の普及活動を衰退させることなく現状を維持することが重要である。
- ・各拠点都市に大規模な乾燥材のストックヤードを設けてほしい。
- ・乾燥士などの資格を、国家資格にしてほしい。
- ・プレカットに持ち込まれる材の含水率は18%以下とすべきである。

2 秋田県

2. 1 概要

我が国を代表する林業地帯である秋田県の主要林産物の1つは、天然秋田スギに代表される老齢優良スギ材であったが、近年その蓄積量は急激に減少して、今や年間1.9万 m^3 にまで伐採規制がなされている。従って、県下の製材工場の主な原料は人工造林スギの間伐材で、それから加工される建築用材は挽き割り、挽き角類あわせて約40万 m^3 である。これらが県下約350の製材工場で加工され、そのうちのいくらかが約80台（約35社）あると推定される人工乾燥装置で処理される。

今回の調査では、県下を北、中央および南の3地区に分け、それぞれから3～4工場を、製材業、プレカット業および木材流通業から選択し、合計13社について各社2～3時間ずつ聞き取り調査した。その結果の概要を以下に示す。

(1) 乾燥装置の設置状況

設置年次が古く最も長く使用されているものは、1981年に導入された蒸気加熱式IF型乾燥装置で、当初は集成材用の芯材の乾燥に用いてられ現在はスギ製材用に用いているものである。また、最も新しいものは2年前に設置された同型式のものである。本県は東北の北部に位置することから、装置のメンテナンスの点などを考慮して、近県の乾燥メーカーの装置が多い。

(2) 乾燥材の生産状況

最もよく扱っている樹種はスギで、調査対象13社すべての主力製品であり、構造材とその他の比率は9：5であった。13社の乾燥材総生産量は合計15,931 m^3 に達し、このうち880 m^3 は輸入材であった。

(3) 乾燥材の納入先

納入先は13社で延べ24あり、最も多かったのは大工・工務店の9、続いて問屋・小売店の7、市売・センターの6で、自社使用、住宅メーカーが各1であった。

(4) 乾燥材の価格

13社のうち9社が未乾燥材よりも高く売れると答え、その上乘せ程度は平均で13.3%であった。

(5) 技術者の配置状況

調査対象13社で合計23名の乾燥技術者がおり、うち4名が乾燥士、12名が乾燥技術者、4名がボイラーマンの資格を有していた。

ここで特徴的なことは、乾燥士、乾燥技術者の資格について知っているかとの問いに対して、知っている所が案内が少なく、受験手続きの仕方がわからないなどで、資格を取りたいあるいは取らせたいと思いつつも実現されていない例が多く見られたことである。乾燥に関する知識を広めるためにも、講習会の開催通知あるいは受験案内を広く知らせることを考えなければならない。

(6) 乾燥スケジュールの決定方法

メーカーの指導に頼っているものが延べ8社あったが、一方ではメーカーの指示を鵜呑みにできないと考えたり、役に立たないと思っているケースも見られ、そのために自社で種々検討を加えて工夫しながら決定している場合が多い(9件)。県の指導と答えたケースは少なく、わずかに2社のみであった。今後の課題である。その他では講習会、研修会で習得すると答えたのもあった(1件)。

(7) 困っている事項

スギの乾燥は水分通導性が悪く乾燥コストがかさむ点、および変色が著しい点で最も困難を感じており、様々なスケジュールを試みるなどの対策をとっているが、材質のばらつきを克服できずにいる。

(8) 技術者の養成

具体的な対策を講じている企業は少なく、講習会や研修会が開催されたときに受講させる程度である。

(9) 乾燥施設の仕様

乾燥装置の収容量は最大30m³、最小8m³で、平均24m³である。これにスギ角材の5段積みロットを3ロット積み上げて収容している場合が多い。寒冷地であることを反映して、70~100mmの断熱材が使用されたステンレス製壁体が一般的である。

(10) 乾燥施設の選択理由

メーカーの勧めによって(5件)、性能が信頼できる(4件)かどうかを自分で確かめて(4件)導入したケースが多いが、判定に当たっての基準として価格が安い(3件)ことも見逃せない。

(11) 温湿度の制御法

定値制御(5件)、プログラム制御(4件)およびコンピューター制御方式(4件)がほぼ同数ずつあるが、比較的古い装置は定値制御方式あるいはプログラム方式で、最近のものはコンピューター制御になっている傾向がある。

(12) 蒸煮処理

除湿式乾燥装置より蒸気式熱気乾燥装置が多いにもかかわらず、乾燥温度が低いこと、被乾燥材がスギであり、変色をきらうことおよび角材であることから、蒸煮処理は行わない場合がほとんどである。

2.2 調査集計表

(1) 乾燥施設に関する調査	表1
(2) 乾燥材の生産と流通に関する調査	表2
(3) 乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表3
(4) 乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表4
(5) ユーザーの意見に関するまとめ	表5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

秋田県

工場記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選状理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)			
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行 高さ			積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)
秋 1	◎木材流通業	D	蒸気式	1993	2	秋-1-1 秋-1-2	スギ 120X120	1.8 9.5 3.6	1.6 0.7~1.0 4.0	25	70	e	
秋 2	◎製材業	G	減圧式	1991	1	秋-2-1	スギ 105~120X45	2.4 4.5 3.7	1.2~1.5 0.4~0.8 3.65	8	100	e	i (確認納得した)
秋 3	◎製材業	D	蒸気式	1993	1	秋-3-1	スギ 150X150	2.5 5.0 4.0	1.2 1.0 3.65	25~30	70	e	
秋 4	◎製材業 その他(建 材)	H	除湿式	1987	1	秋-4-1	スギ 135X135	5.0 4.5 3.845	1.0 2.5 4.0	21.6	60	c	c (脱水量測定)
秋 5	◎製材業	G	減圧式	1989	1	秋-5-1	スギ 135X135	2.7 4.5 2.8	1.5 2.0 3.5	20.0	60	c	
秋 6	◎製材業 木材流通業	D	蒸気式	1994	1	秋-6-1	スギ 45X120	2.9 11.3 3.9	0.95 1.5 3.65	21.0	75	e	
秋 7	◎製材業	E	蒸気式	1990	1	秋-7-1	スギ 120X120	2.1 4.6 3.0	1.2 1.4 3.65	11	60		i (マンの良さ)
秋 8	◎プレカッ ト	E	蒸気式	1990	1	秋-8-1	スギ 108X108	15.0 3.3 4.51	? 0.9 2.79	?	60	a	

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

秋田県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況				調査対象乾燥施設の概要・使用状況						施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)
		メーカー	型式	設置年	台数	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行 高さ	棧積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)	壁体の材質 厚さ(mm)			
秋 9	◎木材流通 業	I	蒸気式	1993	2	スギ 105X105	3.7 8.8 4.4	1.1 0.85 3.65	24	75	a, f i (メンテの良さ)	c	
秋 10	◎製材業	E	蒸気式	1993	3	スギ 105X105	2.79 9.12 3.575	1.0 0.8 3.65	20	60	f i (確認した)	b	
秋 11	◎製造業	J	蒸気式	1971	2	スギ 105X105	2.8 8.5 2.8	1.8 0.72 3.65	14	225	f i (指導機関のT・N・I)	d → c (含水率と時間の 関係がわかった)	
秋 12	◎製造業	K	除湿式	1987	1	スギ 110X110	5.3 6.6 5.0	1 1.0 3.65	20	50	d i (自由に作れる)	a	
秋 13	◎製材業	D	蒸気式	1988	3	スギ 105X105	3.3 10.0 4.57 2.9 10 4.57	1.15 0.75 3.65	22.2 27.8	70	わからない	a (割角) b (家具材)	

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

秋 出 品

工場名 記号	生 産 量		仕 向 け 先 %			乾 燥 材 材 の 価 格		技 術 者 配 置 (人)					
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外 材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ セター	問屋・ 小売店	7 [°] カット 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	技師 士
秋 1	600 30 70	600 30 70			90			10	a (1.5万円プラス)				1
秋 2	250 20 80	0		70				30	上乗せには生産量が必要				1
秋 3	5800 50 50	0		90	10				荷動きが早い		1		1
秋 4	800 80 20	0		30			70	a	b (公共需要の場合には電気代 を上乗せ)		1		
秋 5	540 80 20	0					100	c	c (受注量が増えた)		1		
秋 6	95 60 40	10 0 100					100	e	b (電気、燃料代800円/石)				1
秋 7	323 40 60	0					100	b	a (乾燥材指定の場合には上乗 せ可)		1		
秋 8	200 100	20 100				50	50	a	d (直接ユーザーに売るのでコ ストを乗せられる)				2
秋 9	450 100	0			100			a	c (公共用では上乗せ可、市売 りでは、不可)		1		

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

秋田県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)				
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ センター	問屋・ 小売店	プラント 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ 可能 性 (特記事項)	価格上乗せの 程度 (特記事項)	乾燥 技術者	トリ 士	その他
秋10	430 90 10	250 76 24		23	77				a	b (市売り役物では上乗せ不可、並材は可)	1		
秋11	1283 51 49	0		65	30			5	a	注文分5~20%、市売り分不明	4	2	
秋12	3000 70 30	0	5		55		40		a	b	2		1
秋13	2300 95 5	0		90	10				a	a (7500円/m ³)	4	2	

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

秋 田 県

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲 (~ °C)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘 要
			初 期	仕 上 げ					温度(℃)	時間(hr)	
秋 1-1	スギ (去り)	120X120	80~120	25 35	40 50,60	10	連続	有	70	6 12	
秋 1-2	同上										
秋 2-1	スギ (去り)	105, 120X45	80 100	20 30	20 60	7 10	連続	無			
秋 3-1	スギ (持ち)	150X150	80 150	30	40 80	7	連続	無			
秋 4-1	スギ (去り)	135X135	天乾	25 45	35 45	7	連続	無			
秋 5-1	スギ	135X135	天乾	30	30 48	10	連続	無			
秋 6-1	スギ	45, 120X120	60 70	20 25	30 120	5	連続	有	45	3	
秋 7-1	スギ	105, 120角	天 100	25	45	7	連続	無			
秋 8-1	スギ	108X108	70 80	20	40	7	連続	無			
秋 9-1	スギ	105X105	80 120	18 25	45 60	12 13	連続	無			
秋 9-2	同上	以下同上									
秋 10-1	スギ	115X115	80	20	45 60	10 12	連続	無			
秋 10-2	同上	以下同上									
秋 10-3	同上	以下同上									
秋 11-1	スギ	105X105	90	25	53 60	8	間欠	無			
秋 11-2	同上	45 105	50	18	42 52	6	間欠	無			
秋 12-1	スギ	105, 120角	85 110	30	38 20	7 14	連続	無			
秋 13-1	スギ (持ち)	105X105	60 80	20	50 55	9	連続	無			
秋 13-2	同上	以下同上									
秋 13-3	同上	以下同上									

注) 材種: 心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4 (メンテナンス)

秋 出 県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
秋1-1 2も併記	スチームパイプのつまり	わからない	2.0	1回	メーカーに聞いて自分で。	メーカーのメンテナンス不備	収容材積、風向風量を状況に応じて変えられるように
秋2-1	排気ファン 電磁弁	回転しなくなった(ヤニあるいはベアリング異常) 作動停止	2.0	1回	部品を送らせて交換	なし	損傷を起こさずに急速に室温を下げる工夫
秋3-1	スチームバルブ	パッキンの劣化	1.0	1回	メーカーが対応	なし	何でも乾燥できる大型で安価な装置
秋4-1	フロングスの 排水パイプのつまり	パイプのつなぎ目の破壊、ガス圧不良 水質あるいは凍結	3.0	年2, 3回	地元の業者に修理委託 自分でパイプ洗浄剤で洗った	なし	コンプレッサの要領アップ、初期加熱ヒーターの取り付け
秋5-1	ファン停止 ヒーター不良 内壁の腐食	ベアリングの破壊	2.0 2.0 2.0	1回 1回 1回	部品を取り寄せて交換 同上 自分で塗装しなおした	所要時間が長いうえ、十分な乾燥ができない	制御をコンピューターにする、さらに高温にできるようにする
秋6-1	扉のパッキン	高温で劣化	1.0	1回	メーカーの対応不良(未修理)	高温で乾燥ができないこと	高温でも使えるようにすること
秋7-1	不凍液の漏れ ラインポンプ 空気循環ファン	熱交換機のパッキン劣化 パッキンもれ 軸受けベアリング破壊	4.0 2.0 2.0	1回 2回 2回	代理店が修理 部品を取り寄せて自分で交換	部品の交換修理に時間がかか る、修理体制ができていない	装置としては未熟である
秋8-1	給湯配管	凍結でエア抜きが故障	3.0	毎冬1, 2回	地元の業者に修理依頼	外部配管の凍結	外部配管を内部に入れるか凍結防止をつけること
秋9-1 2も併記	なし					なし	なし

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4（メンテナンス）

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
秋10-1 2.3併記	蒸気漏れ 蒸気漏れ	内部バルブのシール バルブトラップ	0.3 0.4	1回 1回	自分で交換 同上	なし	ドアの開閉操作をもっと簡単に
秋11-1 11-2 も併記	ダンパー 温湿度記録計 温湿度調節器 温湿度センサー 温湿度調節器 気密漏れ	モーターの脱付き 誤差 指針の狂い 老化 老化 給排気ダンパー	16.0 3.0 3.0 16.0 21.0 21.0	2回 3回 4回 1回 1回 1回	メーカーに連絡交換 メーカーに送り調整 同上 デジタル化した プログラム制御にした 自社修理	なし	制御系をもっと精密にしたい
秋12-1	配管のトラブル 配管	腐食などによる漏れ フロンガス漏れ	6.0 6.0	月1回 同上	自社修理 同上	なし	なし
秋13-1 2も併記	温湿度調節器	接触不良による作動不良	5.0	年1,2回	地元業者に交換させた	なし	操作者が装置になじむように している

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表5（自由記入）

秋 田 県

秋田県は、秋田スギに代表されるように、我が国でも有数のスギ製材の盛んな地方であり、従って、人工乾燥の対象もスギ角材が中心である。また、我が国の国産針葉樹材を対象とした木材工業のおおかたの例に漏れず、原木の中心はスギ並材丸太である。

このような現状を念頭に置いたうえで、以下の調査結果を考察する必要がある。ただし、以下の（ ）内に示す件数は、装置の機種、樹種、材種、故障種類などすべての項目についての件数を合計した数字であるので、調査工場数（13工場）よりも大きな値が得られている場合もある。

1 乾燥施設について

現在使用されている木材乾燥装置の性能を知ったうえで、さらに要求されている装置は、省資源、省エネルギーで乾燥コストの安いことである。また、乾燥日数を少しでも短縮できる装置あるいは乾燥方法が望まれている。

（1）故障

- ・本体あるいは壁体（2件、以下同様）：壁体の腐食（1）、扉パッキンの劣化（1）
- ・加熱系（12）：配管のつまり（3）、配管の凍結（1）、電磁弁の作動不良（2）、スチームバルブあるいはパッキンの劣化（5）、ヒーターの腐食（1）、
- ・循環系（4）：ファンベアリングの破損（3）、ファンモーターの焼き付き（1）
- ・制御系（3）：温湿度調節器の狂い（2）、記録計の狂い（1）
- ・除湿系（3）：パッキンの劣化あるいはガス漏れ（3）
- ・基本構造（1）：除湿器の設置位置不良（1）

（2）メンテナンス

上記の故障25件をについて、装置および周辺機器のメンテナンスの状況は以下の通りである。

- ・自社で独自に対処（13件、以下同様）
- ・地元業者に依頼（5）
- ・代理店が対処（1）
- ・メーカーが修理（4）
- ・未修理（1）

となっており、以上の故障を含んだ本体装置および周辺機器のメンテナンスの状況は以下のように行われている。

- ・メーカーから部品を入手（3）
- ・代理店から部品を入手（2）

- ・地元業者にすべて任せた（５）

- ・自力解決など

となっており、多くのユーザーがメーカーの対応の悪さや無責任さを指摘している。

（３）改良・開発

調査対象工場１３社で５社５機種の装置が稼働中であった。メーカー別の改良点をあげると、以下の通りである。

１）Ｄ社製装置

- ・被乾燥材の材積に併せて収容量を変えられるように
- ・栈積みの形状、大きさによって風向、風速を自由に変えられるように
- ・どんな材種、樹種あるいはスケジュールにも対応できて、大型安価な装置に
- ・高温乾燥を可能に
- ・誰でも容易に操作できるように

２）Ｇ社製装置

- ・乾燥終了後早急に、しかし損傷なく出材できるように
- ・適切な含水率まで乾燥できるように
- ・乾燥条件をコンピューターでコントロールできるように
- ・より高温条件も採用できるように

３）Ｈ社製装置

- ・除湿機の容量を大きく
- ・補助熱源をつけて初期加熱できるように

４）Ｅ社製装置

- ・他社にすすめられるような性能のものに
- ・寒冷期の凍結防止対策を
- ・ドアの開閉をより簡単に

５）Ｊ社製装置

- ・乾燥条件コントロールシステムをより精密に

（４）その他

一般的な要望点は以下のとおりである。

- ・栈木のプラスチック化
- ・含水率監視しスケジュールを自動的に進める装置
- ・スギ材に変色を生じない装置
- ・焼却炉の廃熱利用装置
- ・短期間でランニングコストの安い装置
- ・丸太用の乾燥装置
- ・栈積み不要の熱気乾燥装置
- ・ソーラー利用など低コスト乾燥装置

- ・大型の簡易乾燥装置
- ・修理、改良が可能な使いやすい装置
- ・変色防止装置

2 乾燥技術について

(1) 乾燥操作・スケジュールの決定

- ・実際に即した細かい乾燥スケジュールの運用指針が欲しい
- ・新たな技術の開発に取り組むことができず、保守的にならざるを得ない
- ・スギ材の材質のばらつきに応じて均質な仕上げが得られる乾燥技術が不明である
- ・スギ材の変色防止が困難である
- ・低コスト乾燥技術がない
- ・樹種、材種、材質にあわせた乾燥スケジュールなど技術指針がない
- ・スギ角材の乾燥技術が確立されていない
- ・製品の価値に合致した適切な乾燥法や技術が示されていない
- ・乾燥スケジュール決定の基本的な考え方がわからない
- ・損傷を防ぐために技術指針が欲しい
- ・間欠運転と連続運転との所要時間の関連を知りたい
- ・メーカーに指導能力がなく、乾燥技術が実用にあわない
- ・スギ割角を損傷なく乾燥する技術、スケジュールが欲しい

などが主な点であるが、中でもスギ角材の短期間、低コスト乾燥法の確立を望む声が大
きい。

(2) 技術の向上・新しい技術の開発

銘木を主体とするスギ役物製材と並材を主体とする量産工場との間に、技術に対する要
求の差が見られる。

1) 役物製材

変色の防止技術（27件）と割れ、狂いなどの損傷の防止技術（19）とが最も
対策を急がれる問題とされている。この中には役物製材の特徴をよく表す問題とし
て、仕上げ挽きをしないですむような乾燥技術（9）を求めるものが含まれる。

2) 並材製材

省資源、省エネルギー、省時間による乾燥コストの低減技術の確立（12）に集約
される。

(3) 乾燥技術者の養成

- ・研修会・講習会に参加させる（8件）
- ・メーカーに問い合わせで技術習得する（4）
- ・社内でリーダーが教える（4）
- ・社内の技術者が相談して指示する（1）

- ・文献等で学習させる（１）

などの方法で技術者を養成しているが、技術者に資格をとらせたい希望を持っているにも関わらず、研修会・講習会などの情報が入らず、情報提供を希望する企業も多い。

（４）その他

特になし

3 乾燥材の普及

（１）普及に当たっての問題点

多くの問題点があげられているが、これらをまとめると以下の通りである。

- ・コストを最大の問題点としてあげる回答が最も多く（４９）、様々な表現でコストをどのように吸収すべきかを提案している。
- ・乾燥材の流通経路が確立されていない（４）
- ・末端ユーザー、大工工務店に乾燥の認識が薄く、啓蒙が必要である（２７）
- ・PR、業界の団結あるいは行政の協力を必要とする（１３）
- ・乾燥材の差別化が困難である（６）
- ・乾燥材を評価し、木材を正確に建築設計できる建築家が少ない（７）

などの問題があり、現実には

- ・乾燥はサービスと理解し（１４）、荷動きの早さだけであきらめている（１１）。
- ・その理由は、コストを上乗せすると売れなくなる（３５）からである。
- ・従って、コストダウンのためのあらゆる努力が必要である（９）。
- ・さもないと、集成材に製材の地位を奪われてしまう（８）。

（２）乾燥コスト

- ・スギ角材のような製材の乾燥コストは３万円/m³はかかるが、これを上乗せする事は出来ない。
- ・しかも、問屋を経由する度に手数料が乗せられ、ユーザーに渡ったときには非現実的な高価格になっている。
- ・実際には役物よりも並材の方に乾燥が必要だが、並材では材価とのバランスでコストが吸収できない。
- ・乾燥による収縮および狂いと修正挽きによる歩減り分のコストまで上乗せできない。
- ・まず公共建築物に使用する場合から、乾燥コストの上乗せを見てほしい。
- ・乾燥コストの低い乾燥法と装置の開発が急がれる。

（３）普及のための方策

- ・研修会・講習会では理論より現場技術や乾燥法・操作法・装置の実例、コスト削減法などの解説、紹介を希望する（１２）
- ・倉庫を利用した簡易乾燥室などコストのかからない乾燥施設をまず普及し、安い乾燥材を普及することから始めれば、乾燥材の需要も増えるのではないかと（１２）。

- ・公共事業には乾燥材を使用し（7）、乾燥コストを正當に評価する（9）。さらに、前年度中に発注するよう行政が努力し（7）、業界も自治体に協力する（3）。
 - ・ユーザー、建築家、設計家に乾燥材の使用を積極的に働きかける（10）。
 - ・製材業界、協同組合など協業体として乾燥工場を持ち、効率よく低コストで乾燥材を供給する（3）。
 - ・乾燥の程度（含水率）と製材の寸法との明確な基準を設定し、乾燥を規格化する（1）。
- （4）その他
特になし

3 長野県

3.1 概要

(1) 長野県における木材乾燥装置の普及

長野県の主要樹種であるカラマツは、人工林面積の50%以上を占め、このカラマツ材の利用開発は、県内林業・木材業にとって大きな課題であった。県内の木材乾燥装置の普及は、このカラマツのヤニ処理技術及び乾燥技術の開発とともに、目覚ましい発展を遂げた。

もともと県内では、木曾地方を中心とするヒノキ・サワラの木工品を対象とした小規模な乾燥装置や、松本地方を中心とした家具・楽器用の広葉樹を対象とした、ある程度規模の大きい乾燥装置が主なものであった。そして、これに新たに近年の国産材針葉樹材の利用開発のブームに載った、高品質高性能な木造住宅の建設のための住宅部材の乾燥が加わった。現在ではカラマツ・ヒノキの県産材をはじめベイマツやベイツガ等の外材にも広く及び、これら住宅用部材の乾燥を目的とした装置が県内全域に広がっている。

(2) 乾燥状況の地域特性と調査工場

長野県内の木材乾燥装置のここ数年來の導入機種を見ると、圧倒的に蒸気式が多く除湿式は数台である。除湿式は十数年前、性能はさることながら価格が安い点からかなりのブームで設置台数を伸ばしたが、その後はファンや加熱装置の拡充等によるコストアップや、樹種に対する乾燥スケジュールの適用性の狭さから、近年導入されることは少なくなり、これに代わって蒸気式木材乾燥装置の導入が多くなった。当然これとは別に、カラマツやベイマツを乾燥しようとする工場では、ヤニ処理のための蒸煮の必要性から、蒸気式の乾燥装置が導入される。

針葉樹構造材を対象とした乾燥装置の導入は、ヒノキの製材工場が集中する木曾地域に多く、乾燥ブームもあって平成になってからのものがほとんどである。また、その他県内では製材工場を持っている建設業での乾燥装置の導入も目立ち始め、ベイマツやベイツガの乾燥を行っている。

今回の調査では、木曾を中心とする中信地区で5工場、伊那を中心とする南信地区で2工場、長野市を中心とする北信地区で2工場、上田・佐久の東信地区で2工場、計11工場を選択した。このうち乾燥対象樹種は中信地区ではヒノキが主体であり、その他の地域では自社使いのベイツガ・ベイマツ、あるいは大工・工務店からの依頼でヒノキやベイツガを少量ずつといったケースが多い。また、スギ構造材については、その産地が南信地区の静岡県境と中信地区の県境それに北信地区に限られるが、ここで生産されるスギのほとんどが素材のまま県外業者と取り引きされる。このため、県内でスギを製材している工場はほとんどない。スギ材を県内で乾燥しているのは北信地区で、ここでは県外から購入したスギ製材品を乾燥している。

(3) 乾燥装置の性能について

乾燥装置の性能に関し、乾燥ムラや温度ムラといった乾燥能率に影響する不満は意外に

少なく、むしろ乾燥装置の耐久性やメンテナンスに関する不満が多かった。特に、装置内にファンモーターを置くI F型の乾燥装置で、モーターやベアリングを交換する際、天井が狭いためにこの作業が非常に困難であること、また高温蒸気によるモルタル内壁の風化や、扉・台車の金属部の腐食が甚だしいことなどの不満が目立った。

この中でモルタル内壁の風化や金属部の腐食等への不満は、カラマツやベイマツを乾燥しようとする工場が多く、これはヤニ滲出防止のための初期蒸煮と、引き続き行われる高温高湿スケジュールでの乾燥を数年来続けてきたためであった。

構造材の乾燥には比較的長時間を要するものが多いが、今後更なる乾燥時間の短縮を期待する工場もかなりあり、乾燥機メーカーには、より高温タイプの乾燥装置の開発はもちろん、これに耐え得る耐久性の高い乾燥装置の開発を望むところである。

以下に、メンテナンスを含めて乾燥装置に対する不満を列記した。★は回答件数である。

- ① 天井が狭いためモーター及びベアリング交換が非常に困難である。★★★★★
- ② ファンモーターの音がうるさ過ぎる。★★
- ③ 内壁の風化が著しい。(高温蒸気のため)★★★★★
- ④ 扉からの蒸気漏れが多い。(合わせ目、レール部)★★★★★
パネルジョイント部からの蒸気漏れがある。★
- ⑤ 台車の傷み腐れや台車タイヤの回りが悪い。(ヤニ、サビ)★★★★★★
台車が鋳物のためかける。★
- ⑥ 扉が反ったり腐ったりする。★★★
- ⑦ 乾燥室の高さが高いため、乾燥ムラが生じ易い。★
- ⑧ 木屑焚きボイラーの圧力調整が難しい。★
- ⑨ 冬場の温度上昇が遅い。装置的に改良できないか。★
- ⑩ メンテナンスが行き届いていない。(販売店が県外)★★
- ⑪ 耐久性の高い乾燥装置の開発を望む。★★★★
- ⑫ 給水ポットの給水を連続給水にしてほしい。★
- ⑬ センサー温度(表示温度)と実際温度の誤差の確認が定期的にはできないか。★★

(4) 技術開発について

乾燥現場では、平成の初め頃から乾燥の重要性が強調され、ムード的に乾燥装置の導入が盛んであったが、当時、乾燥を十分に理解しないままに導入を決定した工場も多かった。しかし、導入後乾燥を重ねるうち現実の様々なせっぱ詰まった乾燥問題に直面し、この対策を講じる中で、年々乾燥に対する考え方や技術レベルの向上が感じられる。

また一方では、乾燥に対する正しい知識に欠け、折角の乾燥装置が使いこなされていないかたたりする工場もあり、このような工場にあっては、是非メーカー側も納入先の工場と一緒にあって、乾燥装置の適正な活用または技術的問題の解決に努力していただきたいところである。

技術的な問題に関しては、やはり乾燥スケジュールに関わるものがほとんどで、ねじれ

や曲がりのない乾燥技術の開発、割れのない短時間の乾燥方法は、今後とも最大の課題である。樹種別材種別に狂い・割れ等、許容範囲ぎりぎりの乾燥スケジュールの検討が急務であろう。

このほか、今回の調査で切実に感じた問題は、低温除湿乾燥装置を導入している木曾の2工場で、「床や壁がヤニだらけになる」という声である。この2工場ではヒノキとサワラを45～50℃及び36～60℃で乾燥しているが、歩くのも困難なほど床にはヤニが付着し、ひどい状態のものは台車のレール沿いにヤニが流出している。このような問題は、蒸気式で60℃の低温でヒノキを乾燥している工場でもあった。工場側ではこのヤニを除去できないか、あるいは何か利用方法などが無いのか、頭を抱えた状態にあり、試験研究機関への研究や指導の要望があった。

以下に、各工場で現在抱えている技術的な問題について列記した。★は回答件数である。

- ① ねじれ防止に関する技術開発。★
- ② 低温除湿でヒノキやサワラを乾燥すると、床がヤニだらけになる。★★
(低温の蒸気式でもヤニが壁にベトリと付く。★)
- ③ ベイマツ等の脱脂乾燥での節抜けが多い。★
- ④ 教科書で示されているスケジュールは、温度差0.5℃や1.0℃と非常に細かいが、実際装置内でこのような温度は取れない。★
- ⑤ ヒノキ柱材の乾燥を割れ無しにもう少し短時間で行いたい。★★
- ⑥ クーリングに1日かけているが、もう少し短時間にならないか。★
- ⑦ メルサワ等硬い材の乾燥は長時間かかるが、もう少し短時間にならないか。★
- ⑧ 丸太の乾燥技術を開発してほしい。★
- ⑨ 狂いのない乾燥方法を開発してほしい。★

以上、乾燥現場にはまだまだ多くの問題が残され、あるいは隠されているようである。

3. 2 調査集計表

(1) 乾燥施設に関する調査	表1
(2) 乾燥材の生産と流通に関する調査	表2
(3) 乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表3
(4) 乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表4
(5) ユーザーの意見に関するまとめ	表5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表 1 (施設)

長野県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)				
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)	壁体の材質 厚さ(mm)	
長 1	◎製造業	L	蒸気式	1989	2	1	カラマツ 15×140	1.8 7.0 3.0	1.6 1.0 4.0	5.2	コンクリート 外積み200mm	b	-	
長 2	◎木材流通 業(賃乾燥)	L	蒸気式	1988	3	1	カラマツ 15×145	1.8 7.0 3.0	1.6 2.2 4.0	6	コンクリート 外積み塗り 200mm	c	c, d	
長 3	◎製造業	M	除湿式	1991	1	1	ヒノキ 133×133	2.7 10.4 3.1	1.5 1.2 3.0	26	スチルス50mm	a	b	
長 4	◎製造業	B	蒸気式	1970	1	1	ヒノキ 113×113	3.0	1.0	6	スチルス60mm	c	d	
		D	蒸気式	1990	1	2	132×132	4.2 2.8	1.25 3.0					
		K	除湿コンテナ		1									
長 5	◎木材流通 業 製造業 総合建設	B	蒸気式	1990	1	1	ベイマツ 18×150	1.8 4.4 3.4	1.3 2.8 4.0	8	スチルス130mm	c	b, f	
長 6	◎木材流通 業 製造業 ブレカット	B	蒸気式	1988	2	1	スギ 120×120	3.15 4.5 3.65	1.5 1.2 4.0	15	スチルス70mm	d	b	d (含水率センサー)
						2	ベイマツ 24×180	3.15 9.0 3.65		7				
長 7	◎製造業	H	低温除湿	1985	2	1 2	サワラ・ヒノキ 36×125	5.3 6.0 3.2	1.25 0.96 5.0	30	スチルス75mm	a	f	

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

長野県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)			
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			棧積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)
長 8	◎製造業	E	蒸気式	1991	3	1	ヒノキ 133×133 115×115	3.2 8.0 4.7	1.0 0.8 3.0	6.6	スチルス75mm	c, e, f 注文どおりに 作製してく れる	c
				1994	2	2	3.2 9.2 4.7	1.0 0.8 6.0	10				
長 9	◎製造 住宅建設業 壁板 フローリング	L	蒸気式 蒸気式 蒸気式	1977	1	1	ベイマツ (ヒノキ)	2.2	2.0	10.7	コンクリート 積み200mm	c	a
				1978	1	9.0	2.5	8.4					
				1987	1	2.8							
長 1 0	◎木材流通 業 その他(台 形集成材)	J	蒸気式	1984	4	1	ヒノキ カラマツ 16×140	3 6.2 4.6	1.6 2.6 4.0	8.3	コンクリート 積み200mm	f, g	a, b
						2	3 6.2 5.8		12.5				
長 1 1	◎住宅建設 業 製造業	D J	蒸気式	1991	1	1	ベイマツ 120×120 105×105	2.9 2.8 7.0	1.8 2.0 6.4	12	スチルス60mm	c, d	c 設置が容易 木屑焚きのため現 在は不使用
				1983	1								

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

長野県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)					
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ センター	問屋・ 小売店	アトカ 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	ボイラ- 士	その他
長1	1071 ^{m³} 11%, 89%	0 ^{m³} 0%, 0%	100	100			100		a c (13.8%)		1	1		
長2	178 ^{m³} 0%, 100%	0 ^{m³} 0%, 0%					100		d (乾燥質) 厚さ 3 ^{m³} 未満 3 ^{m³} 以上 ~30mm 16,200円 14,400円 ~90mm 19,800円 18,000円 ~150mm 23,400円 21,600円 脱脂~30mm . . 14,400円				2	
長3	1500 ^{m³} 90%, 10%	0 ^{m³} 0%, 0%		65	15	10		10 100	a c					1
長4	270 ^{m³} 66%, 34%	0 ^{m³} 0%, 0%		100	100				b (買い手側が乾燥材は当たり前という考え方。また価格は歩止まり等の点で実質的に下がった。)					1
長5	0 ^{m³} 0%, 0%	360 ^{m³} 0%, 100%	100						c					1
長6	264 ^{m³} 90%, 10%	224 ^{m³} 5%, 95%			45 20		55 80		a b c	対象が何であっても(樹種や等級)乾燥質は同じなので、何%高いという表現はない。 乾燥質 3,000円/石 脱脂乾燥 6,500円/石		2		
長7	1200 ^{m³} 8%, 92%	0 ^{m³} 0%, 0%	98		100		2		a b c					1

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2（生産・流通）

長野県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)					
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ セッター	問屋・ 小売店	アバウト 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	ボイラー 士	その他
長8	9500 ^{m³} 5%, 95%	0 ^{m³} 0%, 0%		66	12	10	10	2	a 乾燥賃：歩止まり分				2	
長9	370 ^{m³} 30%, 70%	45 ^{m³} 10%, 90%	90 80		10 10		10		b スギの柱で見え隠れ材であるが乾燥している。クレームがないため乾燥材を使用している。	賃乾燥は、11,000円/m ³ ～ 28,000円/m ³ (小荷乾燥 カラマツ脱脂乾燥)	1		1	
長10	1670 ^{m³} 0%, 100%	0 ^{m³} 0%, 0%	100						c		1		1	
長11	0 ^{m³} 0%, 0%	390 ^{m³} 60%, 40%	100 100						自社使用のため販売はしない			1		

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

長野県

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm) 厚さ×幅	含水率(%)		使用温度範囲 (℃)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘要
			初期	仕上げ					温度(℃)	時間(hr)	
長 1	カラマツ	30×140 15×140	45	10±2	60~90 60~90	4 2	連続 "	有 有	96	6	
			45	15~12					96	6	
長 2	カラマツ ベイマツ (心去り)	15×145 125×125	30~35	9~15	90~95 95一定	4 5	間欠 "	有 有	95	6	
			35	7~8					95	6	
長 3	ヒノキ (心持ち)	133×133	40	15	45~50	7~8	連続	無			
長 4	ヒノキ (心持ち)	132×132	45	25	60一定	4	連続	有	60	12	
長 5	ベイマツ	18×150	27	10~12	70一定	2~3	連続	有	95	8~10	
長 6	ベイツガ ベイマツ スギ (心持ち)	24×180 24×180 125×125	40~50	13	65~70 95一定 45~60	4~5 3 1 0	連続 " "	有 有 無	95	8	
			30	15					95	8	
			60~100	30							
長 7	サワラ ヒノキ (心持ち)	36×115 115×115 135×135	30~40	15~20	36~60 36~42	1 2 6	連続 "	無 無			
			40	15~20							
			40								
長 8	ヒノキ (心持ち)	133×133 133×133 115×115	40	18	65~65 65~65 65~65	5 4 4	連続 " "	有 有 有	65	10	乾燥日数はクーリング1日を含む
			35~45	18					65	10	
			35~45	18					65	10	
長 9	ブナ・ナラ カラマツ スギ (心持ち)	20×90 17×150 120×120	20	8	45~65 80~94 50~60	7 6 1 0	間欠 " "	無 有 無			
			35	8					94	10	
			100	18							
長 1 0	カラマツ ヒノキ	16×140 39×110	40	10	90~90 70~70	5 9	間欠 "	有 無	90	4	
			50	8							
長 1 1	ベイマツ (心去り) ベイマツ	120×120 60×120	40	20	80~80 80~80	5 5	連続 "	有 有	80	6	
			40	15					80	6	

注) 材種：心持ち、心去りの区分を記入

建設用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4 (メンテナンス)

長野県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
長1	ファンモーター ヒーター管接続部 電動弁 記録計	ベアリング損傷 溶接箇所剥離による蒸気漏れ 自動開閉不作動 温湿度表示と違う打点を打つ	6	約5ヶ月毎 約6ヶ月毎	ベアリング・コイル巻き替えのモーターをつける 溶接業者に依頼 メーカーに相談中	モーター：中天井に昇らないと交換できず配線は天井で行うため時間がかかる（乾燥ムラの原因にも） ヒーター管：一度溶接しても半年ほどするとまた剥がれてしまうので定期的に釜を停止せねばならず効率が悪い	モーター：本体は外部に出したほうがよい ヒーター管：現在6mストレート1本接続部溶接止めのため少なくともフランジにより2m置きにつきなぎ接続部もパイプレンチで取り替えられるようにした方がよい
長2	減圧弁 内壁の風化 扉からの蒸気もれ	減圧弁の用を足さず 蒸気使用のため内壁がボロボロになる。天井には亀裂が入る レール部からの蒸気漏れが多くこの部分はサビが目立つ	2 5 1		交換 NDコートによる塗り直し そのまま		
長3	ドアが長いため反る		2 3		そのまま		
長4	蒸気もれ 台車タイヤ	パネルジョイント部から蒸気もれる タイヤの回り方が悪い	2 3		そのまま	壁体につくヤニを取る方法 (薬剤の開発)	
長5	ボイラー・ストレーナの凍結破損 床コンクリートの風化 台車のサビ	水抜きを行ったが、管内に残っていた水がストレーナにたまり凍結し破損した	2 5 2		ストレーナのパイプ角度を水がたまりにくい様に改善 そのまま		

建設用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4 (メンテナンス)

長野県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
長6	温度計への水供給パイプのつまり 扉の蒸気もれ 台車の腐れ フィン穴あき インバーター 圧力計 軟水器 ファン 扉	鉄管のサビ 中央部合わせ目・レール部 サビ・蒸気使用のため 腐食による 雷により操作不能 指示値が不正確 軟水の効率が悪い ヤニが付着 ステンの中の骨組みが木材の為此れが腐り扉が垂れ下がった	8 2 5 6 2 3 5 2.5 7.5	頻度大	パイプの交換 扉の調整やコーキング等に対応したが、歪みのため役にたたず新品と交換 " " " 軟水器一基増設 モーターの巻替え 扉の交換 地元電気屋により修理 " 部品を送ってもらい自分で修理 部品交換 NDコートを塗り直したが、数年でバリバリになる。現在は新柴が紹介してくれたコーティング塗料を塗ってあるが、具合いが良い。 当初富士のモーター(防湿)を使用していたが、1年で故障。また、配線部が熱に弱く、現在は120℃対応の日立のモーターとして2年間経た。配線も耐熱	フロングガスに変わるものがあるか心配 乾燥材にはまあ満足しているが北海道と遠くメンテナンスに難がある	
長7	制御盤 ファンモーター 自動エア抜き弁 台車の車輪 壁面の老朽化	ファンモーター漏電 マグネットの焼付け 凍結による破損 錆物のため欠ける 高温高湿 (カラマツ専用の装置)	4 3 4ヵ月 2	1 たびたび	そのまま		
長8	台車の車がヤニにより動かなくなる		5				

建設用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4（メンテナンス）

長野県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
長10	庫の老朽化 壁の老朽化 温度センサー モーターベアリング	高温高湿のため、サビが生じ内壁に穴があく 高温高湿のため、内壁コーティングがはがれる。NDコート 正確な温度が表示されない	7 5 10 3		現在は新品と交換 5年に一度は塗り変えている 本年は1年に一度の塗り変えでなければ保たない そのまま ベアリング交換 機械屋により交換しているが狭い天井に乗ることをいやがる。また、短時間で修理しなければならぬため余熱で暑い。	温度センサー・・・ 乾燥材に直ちに影響するため	耐朽性の高い乾燥装置
長11	パッキン蒸気漏れ ベアリング	ブレーカーが切れる ファンが動かなくなる	5 1.5	たびたび 現在までに2回	自分で交換 乾燥メーカーではなく、現地の業者により交換したが、上部に入りやすく、また人件費が高かった。	蒸着に対する耐朽性が低い。 (特に配線カバーがババリバリになってしまう)	

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表5（自由記入）

長野県

1. 乾燥施設について

(1) 故障

- ・ファンモーターベアリングの損傷
- ・扉やパネルジョイント部からの蒸気漏れ
- ・ヒーター管接続部分の蒸気漏れ
- ・コンクリートブロック積み内部壁体及び床の風化
- ・ヤニとサビによる台車タイヤの腐れ・不良
- ・電動弁や減圧弁の不動作

(2) メンテナンス

- ・吊り天井の上が狭いため、ファンモーターあるいはベアリングの交換が困難。
- ・蒸気により風化したコンクリートブロック積みの内部壁体及び床への塗料コーティングが困難。
- ・装置の故障に対するメーカー側の対応が、県外遠距離であるため遅い。

(3) 改良・開発

- ・より高温高湿タイプの、ファンモーターの開発
- ・騒音の少ないファンモーターの開発
- ・高温高湿タイプの内壁塗料の開発
- ・給水ポットの給水は連続給水の方が良い

(4) その他

- ・乾燥室の高さが高いため、乾燥ムラが生じ易い。
- ・木屑焚きボイラーの圧力調整が困難。
- ・冬場の温度上昇が遅い。
- ・センサー温度（表示温度）と実際温度の誤差の確認が定期的にはできないか。

2. 乾燥技術について

(1) 乾燥操作・スケジュールの決定

- ・省力化を考えると、含水率スケジュールよりもタイムスケジュールへの移行を考えたい。
- ・教科書等においてある乾燥スケジュールは、0.5℃まで示してあるが、ここまでの温度制御は現乾燥機では不可能ではないか。

(2) 技術の向上・新しい技術の開発

- ・丸太の乾燥技術を開発してほしい。

- ・曲がりのない乾燥方法を開発してほしい。
- ・ねじれ防止に関する技術開発をしてほしい。
- ・ヒノキ柱材の乾燥を割れ無しにもう少し短時間で行いたい。

(3) 乾燥技術者の養成

- ・講習会等にはできる限り参加する。
- ・試験機関に1週間程度実務研修させる。
- ・実際に装置をどんどん扱わせる。

(4) その他

- ・クーリングに1日かけているが、もう少し短時間にならないか。
- ・低温除湿でヒノキやサワラを乾燥すると、床がヤニだらけになる。
- ・低温の蒸気式でのヒノキ乾燥で、ヤニが壁にベトリと付く。
- ・わかってはいるが、材種の異なる乾燥が多い。たとえば柱と平割。

3. 乾燥材の普及

(1) 普及にあたっての問題点

- ・木材使用者側での乾燥材に対する理解が必要である。

(2) 乾燥コスト

- ・乾燥に関わる経費は、直接費はもちろん乾燥の歩止まりも考慮したものであるべき。
- ・乾燥賃はおよそ10,000～20,000円/m³である。

(3) 普及のための方策

- ・乾燥材の利点を設計者や消費者に強く宣伝
- ・安価な乾燥材の生産

(4) その他

4 三重県

4. 1 概要

(1) 調査した工場数は合計10工場である。このうち三1～三6の6工場は、県中勢部の松阪市を中心とした地域にある。中勢部地域には県内の製材工場750工場中の約300工場が集中しており、製材業の盛んな地域である。また、取り扱い樹種や材種の専門化が進んだ工場が多いのも特徴である。この6工場の内訳は、年間乾燥材生産量5,000m³以上が2工場(三1、三2:スギ・ヒノキを乾燥)、2,000m³程度が2工場(三3:スギ役物専門工場、三4:ヒノキ専門工場)、1,000m³程度が2工場(三5:ヒノキ専門工場、三6:スギ専門工場)である。

残りの4工場(三7～三10)は県南部地域にあり、この地域は尾鷲市を中心にヒノキ心持ち一丁取りを生産目標とした林業(通称尾鷲林業)が古くから行われてきた地域である。これらの4工場はヒノキ林業地帯の特徴を反映し、全工場ともほとんどヒノキ材の乾燥を行っている。また、当地域には賃乾燥のみを行う工場が2工場(三8、三10)あり、地域の製材工場が共同利用しているという特徴がある。

(2) 調査した乾燥施設台数は合計34台で、いずれも15m³前後または30m³前後の収容能力である。このうち6工場18台は蒸気式であり、残りの5工場16台が電気式である(1工場は蒸気式と電気式の2台を保有)。

スギ柱材の乾燥を行っている4工場のうち、3工場は蒸気式を導入している。蒸気式を導入していない工場はスギ役物を専門に扱っており、55℃前後の温度によって長い時間をかけて乾燥している。一方、ヒノキ専門の6工場は蒸気式を導入している工場が2工場あり、電気式を導入している工場は4工場である。

(3) 乾燥操作は全工場ともプログラム制御タイムスケジュールを用いた連続運転である。乾燥温度は、樹種などによって異なる。スギ柱材の乾燥は60～85℃の温度により7～10日程度で乾燥している工場(3工場)と、55℃以下の温度により2週間程度かけて乾燥している工場(1工場:スギ役物専門)に分かれる。ヒノキ柱材の乾燥は60℃以上の温度を用いる工場(3工場)と55℃以下の乾燥温度を用いる工場(5工場)があり、乾燥日数は4～8日程度である。なお、ヒノキ柱材を55℃以下の温度で乾燥している工場は、天然乾燥を組み合わせた乾燥システムを取り入れている。

(4) 乾燥施設の故障個所で目立つのは、自動制御盤、送風ファンである。特に、ファンの故障については困っている工場が多く、ファンの耐熱性(高温域の運転でよく故障する)の向上を求める工場や、ファンの耐用年数を明示すること等の要望を持っている工場が見られた。

(5) 乾燥コストはヒノキで6,000～7,000円/m³、スギで10,000円/m³程度と考えられているが、乾燥による反り・曲がりの発生で製品にならない分を考慮するとさらに5,000～8,000円/m³程度アップする。乾燥することによる価格の上乗せについては、全員が役物

では若干利益が見込める程度あるが、特一では乾燥コストを除くとほとんどないと答え、価格上のメリットはほとんどないようである。

他の乾燥材生産のメリットとしては、長期間の保管が可能となること、荷扱いが容易となること、売れ足が良いことがあがったが、それよりも最近では乾燥材でないと売れなくなってきていることが、乾燥材生産を行う最も大きな要因のようである。

(6) 乾燥材の水分管理は、各事業体の取り組み姿勢によってまちまちである。現状では、ただ乾燥機に入れただけで乾燥材と言えない材でも、自社独自の乾燥材表示が行われている例(JAS規格に基づかない表示)がある。こうした事は乾燥材全体の信用に関わる問題であるため改善すべきである。

4. 2 調査集計表

(1) 乾燥施設に関する調査	表 1
(2) 乾燥材の生産と流通に関する調査	表 2
(3) 乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表 3
(4) 乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表 4
(5) ユーザーの意見に関するまとめ	表 5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況					施設の選択理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)	
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行 高さ	積寸法(m) 幅 高さ 長さ			収容材 積(m ³)
三 1	◎製材業 7°ノット 住宅建設 その他 (集成材)	B	蒸気式	1989	3	三1-1	115×115 130×130 (ス*・t/キ)	2.5	1.9	30	コンクリート 200mm	c
						三1-3			2.6			
						三1-4			3.0			
						三1-5			1.0			
						三1-5			2.6			
三 2	◎製材業	G	1990	3	三2-1	130×130 (ス*・t/キ)	2.8	1.2	17	スチルス 100mm	c	
					三2-3			1.1				
					三2-4			3.0				
					三2-5			1.2				
					三2-6			1.1				
					三2-7			3.0				
					三 3			◎製材業				N
三3-2	0.9											
三3-3	3.0											
三3-3	1.2											
三3-4	0.9											
三3-4	3.0											
三 4	◎製材業	N	1988 1989	1 3		三4-1	130×130 (t/キ)		1.4	1.1	16	
					三4-2	2.4						
					三4-4	3.0						
					三4-1	1.1						
					三4-2	1.3						
三 5	◎製材業	I I	1988 1990	1 1	三5-1	130×130 115×115 (t/キ)	5.0	1.1	17	スチルス 60mm	c	
					三5-2			3.0				

三重県 建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)		
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			積積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)
三 6	◎その他 (森林組合)	N	電気式	1989	1	三 6 - 1	130×130 115×115 (ス†)	1.5	1.1	16	ス†/ス 50mm	c
								9.6	1.1			
三 7	◎製材業	D	蒸気式	1990	1	三 6 - 2	130×130 115×115 (ス†)	2.8	3.0	30	ス†/ス 200mm	c
								2.4	2.2			
三 8	◎その他 (賃乾燥)	P	蒸気式	1993	1	三 7 - 1	130×130	1.8	1.1	16	ス†/ス 120mm	c
								11.0	2.1			
三 9	◎プレカッ ト 製造業	D	蒸気式	1991	1	三 9 - 1	120×120(3m材) 120×120(6m材) 105×105(3m材) (ト/†)	2.8	2.25	20	ス†/ス 200mm	c
								14.2	1.65			
三 10	◎その他 (賃乾燥)	N	電気式	1989	2	三 10 - 1 ~ 三 10 - 2	135×135 (ト/†)	1.3	1.2	27	ス†/ス 50mm	c
								10.0	0.86			
								3.0	3.2			

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

三重県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)				
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ センター	問屋・ 小売店	アブリカ 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)	乾燥 技術者	ドライ 士	その他
三1	6,000 90 10	0 0 0	5	5 25	10 10	50	15	20 60	a(乾燥コストを除いても高く 売れる。コスト:ｽｷﾞ 15000円/ m ³ 、ﾄﾞﾗｲ10000円/m ³) b(乾燥コストを除くとほとんど 高く売れない。コスト:ｽｷﾞ、ﾄﾞﾗｲ 8000~16000円/m ³)	ｽｷﾞ:c、ﾄﾞﾗｲ:b(乾燥コスト除く。)	2	2	
三2	5,500 100 0	0 0 0	10	10	20	30	40		(特一等主体工場。)	1			
三3	2,300 70 30	0 0 0	5 50	50	95			a(乾燥コストを除いても高く売 れる。コスト:ｽｷﾞ10000~20000 円/m ³)	b(乾燥コスト除く。ｽｷﾞ役物専門 工場)	1			
三4	2,000 100 0	0 0 0	100					a(役物は乾燥コストを除いても 高く売れるが、特一はコスト代 だけ上乗せ。コスト:ﾄﾞﾗｲ6000~ 7000円/m ³)	b(コストを除く。ﾄﾞﾗｲ専門工場で役 物主体)	1			
三5	1,280 80 20	0 0 0	100 100					a(役物は乾燥コストを除いても 高く売れるが、特一はコスト代 だけ上乗せ。コスト:ﾄﾞﾗｲ6000~ 7000円/m ³)	b(コストを除く。ﾄﾞﾗｲ専門工場で役 物主体)	3			
三6	1,200 100 0	0 0 0	80 20					a(役物は乾燥コストを除いても 高く売れるが、特一はコスト代 だけ上乗せ。コスト:ｽｷﾞ7000~ 12000円/m ³)	c(コストを除く。ｽｷﾞ専門工場)	2			

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

三重県

工場名 記号	生産量		仕向け先%			乾燥材 価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)		技術者配置(人)					
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ センター	問屋・ 小売店		アパ 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	乾燥 技術者	ドライ 士	その他		
三 7	3,000 70 30	0		60 70	10	20 20		10 10	b(乾燥コストを除くとほとんど 上乗せなし。コスト:7/6000円 /m ³) c(賃乾燥を行っているだけな ので解らない。乾燥賃:7/6 400円/m ³)	(7/主体工場)				
三 8	3,470 100 0	0						40	b(乾燥コストを除くとほとんど 上乗せなし。コスト:7/7000円 /m ³ 、コスト:12000円/m ³) c(賃乾燥を行っているだけな ので解らない。乾燥賃:7/6 000円/m ³)	(7/専門)	1		1	
三 9	720 100 0	0					60		b(乾燥コストを除くとほとんど 上乗せなし。コスト:7/7000円 /m ³ 、コスト:12000円/m ³) c(賃乾燥を行っているだけな ので解らない。乾燥賃:7/6 000円/m ³)	(7/主体)			2	
三 10	2,328 99.7 0.3	0								(7/主体)				1

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

三重県

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲 (~ °C)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘 要
			初 期	仕 上 げ					温度(°C)	時間(hr)	
三1-1 ~	スギ(心持ち柱)	115×115 130×130	80~140	20	55~80	8	連続	無			
三1-5	ヒノキ(")	115×115 130×130	80~140	25	70~85	6~8	連続	無			
三2-7	ヒノキ(")	112×112	80~140	20	50~56	12	連続	無			
三3-1 ~	スギ(心持ち柱)	130×130	30~60	20	52~53	5~7	連続	無			
三3-4	スギ(")	造 作	80~140	20	45~55	8~10	連続	無			
三4-1 ~	ヒノキ(心持ち柱)	115×115 130×130	80~140	20	50~56	12	連続	無			
三4-4	スギ(")	造 作	80~140	20	52~53	5~7	連続	無			
三5-1 ~	ヒノキ(心持ち柱)	130×130	40~60	20	45~55	8~10	連続	無			
三5-2	スギ(")	115×115	80~130	20	50~56	8~10	連続	無			
三6-1 三6-2	スギ(心持ち柱)	130×130	80~140	25	50~56	8~10	連続	無			

注) 材種：心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

三重県

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲 (~ °C)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘 要
			初 期	仕 上 げ					温度(℃)	時間(hr)	
三7-1 ~ 三7-2	ヒノキ (心持ち柱)	130×130	35~65	20~25	60~65	5~7	連続	有	60℃	2	
三8-1 ~ 三8-5	ヒノキ (心持ち柱) ヒノキ (")	105 120	50~70 "	20 "	43 "	7 "	連続 "	無 "			
三9-1	スギ (心持ち柱)	105	120	25	60	9	連続	無			
三10-1 ~ 三10-2	ヒノキ (") ヒノキ (心持ち柱)	120 135	70 25~90	20~25 18~25	60 46	8 7	連続 連続 連続	無 無 無			

注) 材種：心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4 (メンテナンス)

三重県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
三1-1 ～ 三1-5	自動開閉制御弁 制御盤表示部 タンパー ドア部分	開閉を行わない 表示しなくなった 開閉用モーターの故障により、 開閉しなくなった 密閉度が低下して、蒸気もれが 発生	6～7年 " "		部品の交換 " " 修理が大がかりとなり、費用が かかるのでそのままの状態を使 用している。 交換	ドア部分からの蒸気もれ	
三2-1 ～ 三2-7	ファンのベアリン グ 温度センサー 排気ファン	高温域によるセンサー部分の故 障 ヤニによるプロペラのいたみ	1～ 1年半 1年 3年	1回/4年 (75℃以下) 1回/1.5～2年 (85℃) 1回/2年	交換 交換 ベアリングの交換 交換 センサーの定期的な校正	ファンの耐久性	
三3-1 ～ 三3-4	送風ファン 熱交換機 温湿度センサー	ベアリングの故障 ヤニによるパイプつまり 感度の鈍り	1年 3年 1年	1回/1年 1回/2年 1回/1年			
三4-1 ～ 三4-4	排気用のモーター 温度センサー ファンベアリング	動かなくなる ヤニによる感度の鈍り	2年 4年 4年	1回/2年 1回/3～4年 1回/3～4年	交換 交換 交換		
三5-1 ～ 三5-2	配管のつなぎ 制御盤表示部 ファンインバータ コンプレッサー (三5-1のみ)	蒸気もれ 接続不良による非表示 風の方向が変わらなくなる フロングスもれ	3年 5年 7年 5年	1回/年	交換 交換 交換 蒸気式に変えた		
三6-1 三6-2	排気モーター ボイラー給水ポン プ 自動制御弁	動かなくなった つまった 動かなくなった	5年 3年 2年		交換 修理 交換		

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4（メンテナンス）

三重県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
三7-1 ～ 三7-2	特になし						
三8-1 ～ 三8-5	電気配線関係 (ヒューズ、ブレーカー) 温度センサー ファン	耐用年数? 木材のヤニが付着 ベヤリング磨耗	10年 1年 5年	1回/年 1回/5年	電話によるメーカーの指示(自 社で修理) 部品の交換 交換		
三9-1	特になし						
三10-1 ～ 三10-2	対流モーター 排気モーター	モーター内部のベヤリングの劣 化によるコイルのショート モーター内部のベヤリングの劣 化によるコイルのショート	3年目 4年目	3年目より年 1回(1回の全 故障台数は全 4台中の2台) 4年目より年 1回(1回の全 故障台数は全 6台中の1台)	順次交換 順次交換	運転中のファンモーターが故障 したときの乾燥時間の設定	

三重県

1 乾燥施設について

（1）故障

- ・自動制御盤（電気配線）の故障により、温湿度等の表示をしなくなった。
- ・自動制御弁の故障により、開閉をしなくなった。
- ・密閉度の低下により、ドア、配管から蒸気もれが発生した。
- ・中高温の運転により、循環用および排気用ファンのベアリングの錆び、オイル漏れが発生し故障した。
- ・ファンモーターのコイルショートによる故障が発生した。
- ・ファンインバーターの故障により、風向が変わらなくなった。
- ・ヤニによる障害（温湿度センサー感度の低下、排気ファンのプロペラの傷み、熱交換機のパイプのつまり等）が発生した。

（2）メンテナンス

- ・故障がでた後、すぐに修理に来てもらえないのでほぼ自社により行っている。
- ・温湿度センサーについては、消耗品であるので定期的に交換を行っている。
- ・制御盤、ファン等については、故障後部品を取り寄せ交換を行っているが、自社修理で対応できない場合もあり、困っている。
- ・ファンについては、1台止まった程度でも仕方なく運転することがある。
- ・ドア部分からの蒸気もれの修理は、大がかりとなるのでそのままの状態で行っている。
- ・除湿式コンプレッサーからフロンガスもれがひどいので、蒸気式に変えた。

（3）改良・開発

- ・乾燥機の外部から木材の含水率が把握できるようにして欲しい（含水率センサーを備えている乾燥機もあるが、センサーの数量を増やして欲しい）。
- ・乾燥機（特にドア部分）からの蒸気もれが発生しないような構造の工夫と修理が簡易にできるようにして欲しい。
- ・ファンの耐久性を向上して欲しい。
- ・ファンの故障は、機外からわからない（特に運転中）ので、わかるようにして欲しい。
- ・ファンについては、ある程度の耐用年数を示して欲しい。

（4）その他

特になし

2 乾燥技術について

(1) 乾燥操作・スケジュール

- ・乾燥機に入れるときの製材品含水率にばらつきがあり、乾燥時間の設定に困っている。
- ・割れが全製品の2～4%に生じ、それを防ぐスケジュール設定法について苦慮している。
- ・仕上がりの含水率にむらがあるので困っている。

(2) 技術の向上・新しい技術の開発

- ・ヒノキでは、割れ、変色を発生させずに時間を短縮できる方法の開発
- ・スギでは、仕上がり含水率のばらつきが解消でき、短期間で乾燥できる方法の開発
- ・心材部の水分が抜ける方法の開発

(3) 乾燥技術者の養成

- ・県内で講習会があれば参加させたい。

(4) その他

- ・特になし

3 乾燥材の普及

(1) 普及にあたっての問題点

- ・乾燥することによるメリットは、以前は売れ足の良さと多少の価格アップであった。しかし、乾燥材は今や常識化しており、乾燥材でないと売れない時代となっている。また、乾燥コストを除けば、ほとんど价格的にメリットはない（一般材の場合）。
- ・乾燥材生産に対する各事業体の取り組み姿勢によって、水分管理がまちまちであり、乾燥材と言えない材もある（ただ乾燥機を通しただけ）。ところが、このような材でも自社で乾燥材の刻印（JAS規格に基づかない表示）を押して出荷している。結果的に乾燥材全体の信用を失うことにつながる。

(2) 乾燥コスト

- ・乾燥コストは、ヒノキでほぼ6,000～7,000円/m³、スギで10,000円前後/m³である。ただし、乾燥による反り・曲がりの発生で製品とならない分を考えると5,000～8,000円/m³程度アップする。

(3) 普及のための方策

- ・自社の努力による良質の乾燥材生産を心がけ、信用を得ることが重要である。
- ・紛らわしい乾燥材表示を廃止する。
- ・業界一体となったPRを行う。

(4) その他

- ・水分管理について取引先と直接内部規定を設けている。この方が、水分管理技術が向上すると考える。

5 奈良県

5. 1 概要

奈良県の製材工場、特に構造用材を製材している工場では3～4年前から乾燥機の導入が著しくなっている。これは製材品市場等での乾燥材の需要に対応するためと品質管理した製材品を供給するのがメーカーの責務であるという認識が高まってきたためと思われる。

今回の調査は構造用材（柱材）を主に製材している工場を対象にしたが、以下調査概要について述べる。

（1）調査した工場数はスギ、ヒノキの柱材を主に製材している11工場、スギ柱材を製材している工場が2工場、ヒノキ柱材を製材している工場が9工場である。いずれの工場も乾燥している製材品は役物である。

（2）各工場が導入している乾燥機の種類は4種類で、蒸気式が3工場、除湿式が4工場、減圧式が3工場、電気式が1工場である。スギ柱材に対しては蒸気式、電気式が各1工場、ヒノキ柱材では蒸気式が1工場、除湿式が4工場、減圧式が3工場で使用されている。今回の調査でスギ柱材を乾燥している工場は2工場であったが、県下全体をみてもスギ柱材を積極的に人工乾燥している工場の比率は小さいと考えられ、製材品市場等でもスギ柱材はまだ生材ないし天然乾燥材で流通している場合が多い。これに対し、ヒノキ柱材は乾燥材でないと取引されないという状況があり、ヒノキ柱材では人工乾燥が必要になっている。

（3）現在各工場が導入している乾燥機、スケジュール等に関して大きな問題点は特にないようである。しかし乾燥することにより必然的に生産コストが高くなっており製材工場の経営を圧迫している。したがって多くの工場乾燥コストを適正に評価してほしいという要望が強い。

（4）今回の調査では人工乾燥を始めた動機等についても質問したが、大部分の工場では乾燥材でないと売れないために乾燥機を導入したとのことであった。しかし少数意見ではあったが自社の製材品に対して品質管理、すなわち乾燥、寸法精度等をしっかりやって製材品市場、問屋等の信頼を得るために実施しているという工場もあった。しかしいずれの工場も乾燥コストが大きな問題点であり、今後、乾燥材をより多く普及していくためには乾燥に対するコストが適正に評価されることが重要である。乾燥材と未乾燥材との違いを明確にすることにより乾燥材の普及が進展すると考えられる。

5. 2 調査集計表

（1）乾燥施設に関する調査	表1
（2）乾燥材の生産と流通に関する調査	表2
（3）乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表3
（4）乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表4
（5）ユーザーの意見に関するまとめ	表5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表 1 (施設)

奈良 県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選択理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)			
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行 高さ			積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)
奈 1	◎製材業	D	蒸気式	1989	1	奈 1-1	ヒノキ 135×135	2.8 4.5 3.9	2.0 3.0 3.0	10	断熱パネル 80	a	
奈 2	◎製材業	P	減圧式	1992	1	奈 2-1	ヒノキ 135×135	2.0 8.0 3.2	1.2 2.3 6.0	17	断熱パネル 125	c	
奈 3	◎製材業	Q	除湿式	1992	1	奈 3-1	ヒノキ 132×132	2.6 12.2 2.4	1.7 1.8 9.0	19	断熱パネル 85	c	i (市場の紹介)
奈 4	◎製材業	N	減圧式	1990	1	奈 4-1	ヒノキ 135×135	2.1 10.8 3.15	1.5 2.5 7.0	17	断熱パネル 45	c	a, c
奈 5	◎木材流通 業	B	蒸気式	1993	1	奈 5-1	ヒノキ 135×135	2.9 13.6 3.3	1.5 2.5 12.0	24.5	断熱パネル 40	c	d, f
奈 6	◎製材業	D	蒸気式	1989	1	奈 6-1	スギ 135×135	3.0 4.8 4.3	2.0 3.3 3.0	11	断熱パネル 80	a	b
奈 7	◎製材業	O	電気式	1994	1	奈 7-1	スギ 132×132	2.95 12.8 3.5	1.65 2.7 10.3	19	断熱パネル 42	c	i (問屋の紹介)
奈 8	◎製材業	R	除湿式	1992	1	奈 8-1	ヒノキ 135×135	2.8 4.9 3.7	2.4 1.6 4.0	7.9	断熱パネル 40	c	i (木工機械屋の紹介)

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況						施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)
		メーカー	型式	設置年	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行 高さ	棧積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)	壁体の材質 厚さ(mm)		
奈 9	◎製材業	F	除湿式	1993	奈 9-1	ヒノキ 135×135	2.4 7.0 2.8	1.3 2.0 6.0	11	断熱パネル 40	c	c
奈 10	◎製材業	G	減圧式	1992	奈10-1	ヒノキ 135×135	2.0 9.0 3.2	1.5 2.0 7.0	10	断熱パネル 120	c	c
奈 11	◎製材業	S	除湿式	1985	奈11-1	ヒノキ 135×135	4.8 4.0 3.1	4.5 2.0 3.0	14	断熱パネル 60	c, e	a
		S	除湿式	1988	奈11-2	ヒノキ 135×135	2.6 10.0 4.0	1.2 3.0 9.0	17	断熱パネル 45	c, e	a
		S	太陽熱式	1988	奈11-3	スギ 120×45	5.1 4.0 2.6	2.0 2.0 4.0	6	断熱パネル 35	d	a

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2（生産・流通）

奈良 県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)					
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ セター	問屋・ 小売店	7°ワット 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの 程度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	ボイラー 士	その他
奈 1	300 100・0			30	30	30		10	a	d				1
奈 2	240 70・30			100					a	a				1
奈 3	1368 100・0			95				5	b			1		
奈 4	816 70・30			100					b					1
奈 5	960 (賃乾) 95・5								d			1		
奈 6	197 100・0			100					b					1
奈 7	960 80・20			30	70				a	c				1
奈 8	237 100・0			100					b					1
奈 9	600 100・0			95				5	b					1
奈 10	380 100・0			90				10	b					1
奈 11	1280 65・35			70	29			1	a	a				5

奈良県 建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲 (~ °C)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘要
			初期	仕上げ					温度(°)	時間(hr)	
奈1-1	ヒノキ (心持ち)	135×135	40~60	18	50~60	5	連	無			
奈2-1	"	"	生	25	30~50	6	"	"			
奈3-1	"	132×132	"	20	40~55	4~5	"	"			
奈4-1	"	135×135	"	20	40~46	5	"	"			
奈5-1	"	"	"	18~25	40~48	6	"	"			
奈6-1	スギ (心持ち)	"	"	30~40	-	13	"	-			
奈7-1	スギ (心持ち)	132×132	"	18~20	~90	8	"	有			
	スギ	45×45	"	20	~60	4	"	無	70	2	
奈8-1	ヒノキ (心持ち)	135×135	"	20	46~48	5	"	"			
奈9-1	"	"	"	25	40~45	4~5	"	"			
奈10-1	"	"	"	20	40~50	7	"	"			
奈11-1	"	"	"	20	30~47	6	"	"			
奈11-2	"	"	"	20	30~47	6	"	"			
奈11-3	スギ	45×120	"	20	20~47	6	"	"			

注) 材種：心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4（メンテナンス）

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
奈1-1	ドア	パッキンの老化	-	-	パッキンの取り替え	特になし	特になし
奈2-1	ターボファン	不明	1年	冬季に多い	点検	"	"
奈3-1	湿度センサー	素子の老化	半年	-	1年後に乾湿タイプに交換	"	排気ダンパーの増設
	電気配線	配線の劣化	1.5年	-	配線をエンビ製に変更		
	冷凍機	フロンの減少	3年	-	フロン補給		
	灯油ボイラー	ポンプの故障	2年	-	地元の電気屋が修理		
奈4-1	湿度センサー	ヤニの付着	1年	1回/年	業者無償交換	"	停電時の自動復帰
	インバータ	不明	-	-	業者有償交換	"	
奈5-1	ボイラー	着火不良	-	2回/年	業者修理	"	特になし
奈6-1	ボイラー	給水弁のつまり	-	-	水道屋修理	"	"
	循環ファン	ベアリングの故障	5年	-	交換	"	"
奈8-1	湿度センサー	誤動作	-	-	交換	"	"
奈9-1	除湿機	ファンベルトの切断	-	-	交換	"	"
奈10-1	循環ファン	ベアリング	3年	-	モータの交換	"	"
奈11-1	湿度センサー	ヤニの付着	3年	1回/3年	交換	"	"
奈11-2	除湿機	フィルターのつまり	4年	1回/4年	清掃	"	"
奈11-3	ボイラー	燃料パイプのつまり	5年	1回/5年	"	"	"

奈良県

1 乾燥施設について

（1）故障

各乾燥機とも基本的には大きな故障はないが、乾燥機の種類により故障の発生に違いがみられた。調査した乾燥機の種類は蒸気式、除湿式、減圧式、電気式であったが、蒸気式ではボイラーの関係、除湿式では除湿機の関係、減圧式では強制排気ファンの関係に故障が発生していた。また、各乾燥機に共通していたのがセンサーで、特に湿度センサーの故障がよく発生していた。これは湿度センサーの素子が老化したり、ヤニの付着によるものが多かった。

（2）メンテナンス

メンテナンスに関しては各工場とも定期的に業者に点検をしてもらうということはなく、トラブルが発生したときに業者にきて貰うということが多かった。

（3）改良・開発

各工場とも現在の乾燥機について特に不都合なことはなく、大きな改良、開発の要望は少ない。部分的な改良として停電時の自動復帰、除湿式乾燥機での排気ダクトの増設の要望があった。

2 乾燥技術について

（1）乾燥操作・スケジュールの決定

各工場とも乾燥操作・スケジュールについては業者の指示による場合が多く、特に不適正ということではなかった。早い時期に乾燥機を導入した工場では自社で工夫してスケジュールを改良している場合もあった。

（2）技術の向上・新しい技術の開発

乾燥技術に関しては乾燥コストとの関係で乾燥時間の短縮、割れが発生しないような乾燥条件の確立の要望が多かった。

（3）乾燥技術者の養成

今回調査した工場では経営者＝乾燥技術者という場合が多く、専任の乾燥技術者を養成するという状況ではなかった。しかし、より効率的に乾燥するための技術情報等は必要としており、研修会・講演会には参加したいという要望が多かった。

3 乾燥材の普及

（1）普及にあつたての問題点

乾燥材を普及するためには乾燥コストを適正に評価することが重要と考えられる。

(2) 乾燥コスト

今回調査した11工場の内、乾燥材が生材より高く売れた工場は4工場あったが、他の工場では生材と価格に差がなかった。需要者側に乾燥コストを適正に認識してもらうためには乾燥材の長所を明確にするとともに、需要者側に乾燥コストについてより認識をふかめて貰うようにすることが必要である。

(3) 普及のための方策

乾燥材を普及するためには、製材工場の経営者に品質管理に関する認識を高めて貰う必要がある。また、乾燥にはコストが必要であるが、乾燥材の長所を明確することにより需要側の理解を得ることが可能と考えられる。

6 岡山県

6.1 概要

(1) 調査対象とした企業は、一部を除いて、製材業を主要事業とする10社である。企業規模は突出した大手ではないが、これらに続く上位から中堅に位置する企業である。人工乾燥に対する取り組みという面では、本県における中核的立場にある。これらの企業の主要な取り扱い樹種は、ヒノキが5社、スギとアカマツが各2社、ベイマツが1社である。

(2) 乾燥施設は全体で20台導入されており、容量は平均すると1室当たり約21m³、総計で約420m³である。これらが導入された時期は、建築用材の人工乾燥の必要性が一段と強く叫ばれ始めた1990年以前と、それ以後が半々の割合である。乾燥施設の製作メーカーは10社に及ぶ。また、一部には乾燥機メーカーから購入せずに自社で製作した装置もある。乾燥方式は蒸気式が15台と大半を占め、以下除湿式3台、減圧式1台、電熱式1台である。

(3) 乾燥機の壁体は、自社製に見られるブロック造を除いて、ほとんどが厚さ40~60mmのステンレспанネルである。温湿度の制御方式は、定値制御とプログラム制御が相半ばしている。用いられている乾燥スケジュールは、例外なくタイムスケジュールである。

(4) 乾燥施設を導入した際の選択理由は、「メーカーから勧められたから」とするものが約半数を占め、その他「なんとなく」という回答も見受けられるなど、必ずしも性能を十分に確認した上で購入しているという実態にはない。

(5) 導入された施設は、大半が何らかの資格を有した技術者によって操作されている。

(6) 仕上げ含水率は、ヒノキでは柱材が17~20%、スギでは柱材が25%、造作材が20%、アカマツでは梁・桁材が25%、造作材が10~15%、さらにベイマツでは梁・桁材が20%を目標としている。

(7) 乾燥は全て連続運転によって行われている。使用される乾燥温度条件は、35~70℃と幅広いが、60℃前後の中温領域を多用している傾向がうかがわれる。乾燥日数はヒノキ柱材の場合は7~10日間、スギ柱材の場合は10~12日間、さらにアカマツ、ベイマツ等の梁・桁材は14~17日間である。

(8) 初期蒸煮は約半数が実施している。用いている条件は、スタート時の乾球温度と同じとし、12時間もしくは24時間行っている。

(9) 生産される乾燥材は全体で1万2千m³強であり、その99.6%が国産材である。用途は構造材が約87%を占める。

(10) 乾燥材の仕向け先は、市売、問屋などの流通業者へ約50%、ハウスメーカー、工務店などへの直売が約30%、さらに最近急速な増加をみせるプレカット工場へ残りの20%が販売されている。

(11) 乾燥材の価格は、8割の企業が「生材よりも高く売れる」と回答している。ただ、その時の上乘せ率は5~20%の範囲内で回答が分散している。これは、企業によって取り扱い

う材種や材のグレードが異なるためであると考えられる。

(12) 乾燥装置の故障は発生頻度が少なく、扉からの蒸気漏れ、循環ファンモーターのトラブル等、わずかに3件が報告されたに過ぎなかった。

(調査を終えての所感)

この度は、建築用針葉樹材の人工乾燥を行っている企業について調査を実施する機会に恵まれた。これらの企業とは、日頃から仕事を通じて何らかのお付き合いをさせていただいているが、事業面や技術的内容を数字としてとらえる機会はそう多くない。今回の調査結果を集計してみると、個々の企業の実態もさることながら、本県における人工乾燥の現状を改めて再認識できたように思える。調査の機会を与えていただいた「木材乾燥に関する調査・研究委員会」とご協力いただいた各企業の方々に謝意を表したい。

本県の製材業界の人工乾燥に対する最近10年間の取り組みは、積極的かつ着実なものであった。今回の調査結果から浮かび上がる実態を、筆者が記憶する10年前あるいは5年前のものと比較しても、顕著な進歩があったことが窺い知れる。本県業界の特長は、一部には保守的な面もあるが、概してチャレンジ精神が豊富であるという点である。このような特長は人工乾燥の導入に際しても顕著に現れ、導入されている乾燥装置の多様さ、独自で開発した乾燥条件等がこのことを物語っている。

しかし、今後の針葉樹製材品の人工乾燥には、難問が山積していることは言うまでもない。本県業界もこの点は十分に認識しており、「短期目標としてはスギ材の人工乾燥の推進、長期目標としてはユーザーに十分なPRを行うことによって正当な評価を得ること」を位置付けている。今後のさらなる発展を期待したい。

ところで、乾燥技術という面で企業と身近に接することが多い者として、最近の乾燥材をめぐる動向を見ていて気にかかることがある。すなわち「人工乾燥というものが、単に加工上の技術論的な領域を超え、今では企業経営を大きく左右する経営論そのものへと転換を見せ始めているのではないか。」という点である。つまり、昨今に見られるKD製材品の大量輸入、あるいは新しい建築材料としてのエンジニアリングウッドの台頭を見ると、国産材を中心とした製材品が現状の品質のままでも果たして生き残れるのであろうかという懸念を持たざるを得ないのである。さらに言い換えると、いささか極論ではあるが、「国産材製材工場は、今後も現状の規模で存続し得るのであろうか。」という心配をせざるを得ないということである。外材あるいは新材料に対抗するためには、性能の向上をはかり、さらにはそれをユーザーに対して明確な形で保証しなければならない。こうなると人工乾燥はもはや必要不可欠のものであり、コストを論じるあまり乾燥自体をオプション的な立場に追いやっているという現状は、もはや許されないのではあるまいか。今後も、未乾燥で性能保証ができていない状態でしか製材品を提供できないとするならば、市場から製材品そのものが駆逐されかねない。

この様な視点に立つと、人工乾燥はもはや純粋な技術論で処理できる範疇のものではな

く、経営論そのものとしてとらえなければならない時代を迎えていると思われ、業界もこの様な認識に立たなければならないのではあるまいか。

6. 2 調査集計表

(1) 乾燥施設に関する調査	表 1
(2) 乾燥材の生産と流通に関する調査	表 2
(3) 乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表 3
(4) 乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表 4
(5) ユーザーの意見に関するまとめ	表 5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

岡山県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)			
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			積積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)
岡 1	◎製材業	T	蒸気式	1986	1	岡 1-1	ヒノキ 120×120	6.8	4.4	37	スチルス [®] 45	c	c
								4.8	2.2				
								3.0	6.2				
岡 2	◎製材業	T	蒸気式	1990	1	岡 1-2	ヒノキ 120×120	6.8	4.4	37	スチルス [®] 45	c	c
								4.8	2.2				
								3.0	6.2				
岡 3	◎製材業	B	蒸気式	1989	1	岡 2-1	ヒノキ 105×105	2.0	1.7	27	スチルス [®] 50	a	a
								9.5	2.1				
								2.5	9.2				
岡 3	◎製材業	J	蒸気式	1988	2	岡 3-1	ヒノキ 120×120	7.0	3.8	30	スチルス [®] 45	b	a
								4.5	2.2				
								4.0	6.2				
岡 4	◎製材業	F	除湿式	1984	1	岡 4-1	ヒノキ 105×105	7.5	5.5	27	スチルス [®] 120	C	a
								6.2	2.6				
								5.4	6.2				
岡 4	◎製材業	K	蒸気式	1987	1	岡 4-2	ヒノキ 120×120	5.6	5.0	22	フロック 400	h	a
								6.9	3.8				
								7.7	4.0				
岡 4	◎製材業	B	蒸気式	1989	1	岡 4-3	ヒノキ 120×120	5.3	4.6	22	スチルス [®] 45	h	a
								6.1	3.5				
								5.3	4.0				
岡 4	◎製材業	K	蒸気式	1994	1	岡 4-4	ヒノキ 105×105	8.4	6.0	55	フロック 400	h	a
								8.0	3.8				
								7.5	6.5				

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

岡山県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)			
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)
岡 5	◎製材業 木材流通 業	M	除濕式	1988	1	岡 5 - 1	ヒノキ 105×105	2.7 8.5 2.7	1.1 1.7 8.0	8	スチルス [®] 補 45	c	a
岡 6	◎製材業	O	電熱式	1993	1	岡 6 - 1	スギ 45×105	2.4 9.5 2.2	1.3 1.7 8.5	10	スチルス [®] 補 100	c	c
岡 7	◎製材業	L	蒸気式	1990	2	岡 7 - 1	ヒノキ 120×120	2.5 10.0 2.9	1.8 2.2 9.3	25	コンクリート 180	f	c
		K	蒸気式	1994	2	岡 7 - 2	スギ 120×120	7.0 4.8 5.0	4.0 3.5 6.3	44.5	スチルス [®] 補 60	i	c
岡 8	◎製材業	U	蒸気式	1982	1	岡 8 - 1	アカマツ 15×120上	2.6 6.9 2.6	1.2 2.1 6.0	6	スチルス [®] 補 40	c	a
		M	除濕式	1989	1	岡 8 - 2	アカマツ 120×240	2.0 9.2 3.9	1.2 2.3 7.0	10	スチルス [®] 補 45	c	a
		D	蒸気式	1994	1	岡 8 - 3	アカマツ 45×240	2.6 11.7 3.9	1.2 2.7 8.0	18	スチルス [®] 補 60	c	c

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況				施設の選択理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)			
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高さ			積積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m ³)	壁体の材質 厚さ(mm)
岡 9	◎製材業	N	減圧式	1991	1	岡9-1	アカマツ 120×300	2.0 10.5 2.0	1.0 1.2 8.0	8	スチルスパ [®] 補 50	c, f	c
岡 10	◎木材流通 業 製材業 住宅建築 業	B	蒸気式	1990	1	岡10 -1	ベイマツ 105×210	9.5 8.6 6.8	5.0 3.5 8.0	30	スチルスパ [®] 補 50	a	a

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

岡山県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)				
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ セッター	問屋・ 小売店	アパ 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)	乾燥 技術者	技師	その他
岡 1	1800	0		80	20				a	c	2		
	100	0											
	0	0											
岡 2	760	0		100					a	c	1	1	
	100	0											
	0	0											
岡 3	840	0		80	20				a	b	1		
	100	0											
	0	0											
岡 4	4500	0		15	25	20	25	15	d (販売先によって異なるた め、一概には言えない)		2	1	
	90	0											
	10	0											
岡 5	240	5			11			89	a	a	2		
	60	0											
	40	100											
岡 6	480	0		80				20	b				
	0	0											
	100	0											
岡 7	3000	0		10	10	60	10	10	a	a~d (製品単価によって割合が 異なるので、幅広くなる。)	2		
	95	0											
	5	0											
岡 8	420	0		4	1			95	a	e	1		
	10	0											
	90	0											

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

岡山県

工場名 記号	生産量		仕向け先%			乾燥材の価格		技術者配置(人)						
	国産材 ^{m³} 構造・その他%	外材 ^{m³} 構造・その他%	自社 使用	市売・ センター	問屋・ 小売店	アパルト 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ (特記事項)	価格上乗せの 程度 (特記事項)	乾燥士	乾燥 技術者	ボイラー 士	その他
岡 9	180	5			1			99	b					
	80	0												
	20	100												
岡 10	5	35	70					30	d (販売するときは乾燥質を 上乗せしている。)	(その都度異なるので何とも言 えない)		1		
	90	100												
	10	0												

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

岡山県

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲 (~ °C)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘要
			初期	仕上げ					温度(℃)	時間(hr)	
岡1-1	ヒノキ(心持ち)	130×130	60	20	35~45	10	連続	無			
岡1-2	ヒノキ(心持ち)	130×130	60	20	35~45	10	連続	無			
岡2-1	ヒノキ(心持ち)	112×112	50~60	20	60	6	連続	無			
岡3-1	ヒノキ(心持ち)	129×129	50~60	18~20	53	7~8	連続	有	53	24	
岡4-1	ヒノキ(心持ち)	115×115	60	17	40~43	10	連続	無			
岡4-2	ヒノキ(心持ち)	128×128	60	17	60~70	8~9	連続	有	60	12	
岡4-3	ヒノキ(心持ち)	128×128	60	17	60~70	8~9	連続	有	60	12	
岡4-4	ヒノキ(心持ち)	115×115	60	17	60~70	7~8	連続	有	60	12	
岡5-1	ヒノキ(心持ち)	115×115	40~50	10	55	7	連続	無			
岡6-1	スギ(心去り)	50×113	100	20	45	7	連続	無			
岡7-1	ヒノキ(心持ち)	130×130	50~60	20	60	8~10	連続	有	60	12	
岡7-2	スギ(心持ち)	130×130	95~100	25	70	10~12	連続	有	70	12	
岡8-1	アカマツ(心去り)	15×120上	100	10~15	50	7	連続	無			
岡8-2	アカマツ(心持ち)	130×250	100	25	54~65	17	連続	無			
岡8-3	アカマツ(心去り)	50×250	100	25	65	14	連続	無			
岡9-1	アカマツ(心持ち)	130×320	80~100	20~25	65~68	14	連続	有	65	24	
岡10-1	ベイマツ(心去り)	115×220	70	20	50~60	14	連続	無			

注) 材種: 心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4 (メンテナンス)

岡山県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
岡1-1	なし						特になし
岡1-2	なし						特になし
岡2-1	なし						特になし
岡3-1	なし						特になし
岡4-1	なし						特になし
岡4-2	なし						特になし
岡4-3	なし						特になし
岡4-4	なし						特になし
岡5-1	扉	扉よりの蒸気漏れ	3年	1回のみ	パッキンの取り替え	特になし	時として蒸煮条件を取りたいことがあるが、対応できるように改良できないものか。
岡6-1	なし						特になし
岡7-1	循環ファンのモーター	サーマルトリップを繰り返した後、使用不可能となる。(モーターの製造時からの品質不良の可能性が高い。)	2年	サーマルトリップ 1～2回/月	モーターの交換	特になし	炉体壁の断熱処理を行って、熱効率の向上をはかりたい。
岡7-2	なし						特になし
岡8-1	なし						特になし
岡8-2	なし						購入当初カビが多く発生した。風量の適切な設計が望まれる。
岡8-3	なし						装置そのものではないが、乾燥スケジュールの適切な提供が望まれる。

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表4（メンテナンス）

岡山県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
岡9-1	プロコンの基盤	作動不良 (落雷の影響ではないかと考えられる。)	1年以内	1回のみ	基盤の交換 落雷時には電源を切る	特になし	特になし
岡10-1	なし						特になし

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表5（自由記入）

岡山県

1 乾燥施設について

（1）故障

- ・全体的に故障の発生は少なく、乾燥材生産に大きな支障をきたしているという実態は観察されなかった。
- ・故障としては、乾燥装置の心臓部であるファンモーターや制御用プログラムコントローラーの基盤の取り替えが必要であった事例もあり、場合によっては設計段階におけるハード面での再考が必要であるとも思われた。

（2）メンテナンス

- ・故障が生じた場合は、修繕、部品交換が適切に行われ、概ね良好な対応がなされている。
- ・定期的な整備点検を実施している企業は少ない。

（3）改良・開発

- ・壁体の断熱性の向上などハード面での基本性能の向上を望む要望が多い。
- ・除湿乾燥において、蒸煮ができるように改良を望む声がある。
- ・乾燥室の内壁部や蒸気漏れが生じている外壁部に付着する「ヤニ」の除去方法の開発を望む意見が多い。

（4）その他

- ・本県の場合、ユーザー自らが乾燥装置を設計し、乾燥機メーカーではない身近な製造業者に発注する事例が見られる。この様な際に参考にできる乾燥装置の標準仕様書を求める声がある。

2 乾燥技術について

（1）乾燥操作・スケジュールの決定

- ・乾燥スケジュールが十分に確立されていないことに対する焦りが、業界全体に存在している。
- ・スギの乾燥スケジュールについては試行錯誤が繰り返されているが、乾燥時間や仕上がり含水率ムラ等に関する点が、今なお問題点として残されているとする意見が多い。
- ・アカマツ専門工場からは、梁・桁材の乾燥スケジュールの確立が切望されている。

（2）技術の向上・新しい技術の開発

- ・スギ材に関しては、何か劇的な進歩をもたらし得るような技術開発が望まれている。
- ・ヒノキに関しては、変色防止対策を望む声が多い。
- ・アカマツに関しては、梁・桁などの厚材の乾燥技術の開発が切望されている。ここで

は、乾燥時間の短縮化もさることながら、狂いの抑制、適切なヤニ処理を望む声強い。

- ・水分管理を正確に行える水分計の開発が切望されている。現状の認定3機種における問題点を指摘する声がある。

(3) 乾燥技術者の養成

- ・基本的には、各種の研修会等に参加して技術者養成をはかろうとしている。
- ・企業独自でも、実務をこなす中で若手の乾燥技術者を養成しようとしている。
- ・公的機関の助成を望んでいる企業もある。

(4) その他

- ・企業の乾燥に関する技術開発の手法を見ると、あくまで独自性を保とうとする形態とその多くを他者との連携によって果たそうとする形態とに2大別される。

3 乾燥材の普及

(1) 普及にあたっての問題点

- ・ユーザーが乾燥材の性能を十分に理解していたため、正当な評価が得られないとする意見が多い。
- ・ユーザーが現在の乾燥技術水準を理解していないため、乾燥材に対して求める規格が厳しくなりすぎて対応できないという意見がある。
- ・現状では、圧倒的 majority を占めている「未乾燥材」に木材全体の評価が引きずられてしまい、乾燥材増産への意欲が削がれるとの意見も一部では見られる。

(2) 乾燥コスト

- ・ヒノキ材に関しては、現状の水準の乾燥で良いという前提であるならば、コスト問題は存在しないとする意見が majority である。
- ・スギ材に関しては、柱角以上の断面の材では、コスト的に全く合わないとする意見が極めて支配的である。このため、現状ではスギ材の人工乾燥は実施しないとする企業が圧倒的 majority である。
- ・アカマツに関しては、コスト問題を議論する以前の問題として、取りあえずの基本技術を求めている段階にある。
- ・乾燥コストにおける問題は、基本的には乾燥に関する技術領域単独の問題としてとらえることができ、今後の技術開発によって乗り越えるべきであるとする企業が多い。

(3) 普及のための方策

- ・乾燥材の普及をはかるには、当面する技術的問題点を早期に解決することが必要である。このことによって、まずは生産現場の体制固めをはかることが重要であるとの意見が多い。
- ・長期的な展望に立って、ユーザー側に対して効果的なPRを実施し、乾燥材に対して正当な評価が得られるように努める必要がある。市売り形態が多い当地域では、まず

製品市場が積極的な行動を起こすべきであるとする意見が見られる。

- ・ J A S 規格を一つのテコにして、乾燥材の普及をはかってはどうかとする意見がある。
- ・ 公共建築に際して、乾燥材を材料指定すべきであるとの意見が根強い。

(4) その他

- ・ 乾燥材の流通形態に、若干の変化が見られる。すなわち、必ずしも市場や問屋などの流通業者を通して材が流れるのではなく、よりユーザーに近い部分に直接販売されるケースが増加している。特にプレカットの普及がこの傾向に拍車をかけているようにも思える。

7 熊本県

7. 1 概要

(1) 熊本県内の乾燥機台数は80基弱、方式別の割合は、おおまかに蒸気式40%、除湿式が30%である。業種別では、製材業40%弱、木材加工業20数%、木材販売業20%弱である。

(2) 調査対象は、県木材事業協同組合連合会からの情報により、針葉樹の乾燥に熱心に取り組んでいる9社のうちの8社である。調査票は、訪問日時を明記のうえ郵送し、訪問し未記入箇所の聞き取り等をおこない回収した。表7-1に対象工場の概要を示す。

表7-1 調査対象工場の概要 (生産量は年間生産量：m³)

No	主な業種	導入年度	台数	形式	生産量	主樹種
K1	プレカット部材製造	1992	3	蒸気	720	ヒノキ
K2	木材流通	1982, 1989	1, 1	蒸気、低温除湿	200	ヒノキ
K3	製材	1988	1	蒸気	360	スギ
K4	製材	1989, 1991, 1993	4	蒸気	4100	スギ
K5	製材	1985, 1988	1, 1	蒸気、電気	530	スギ
K6	製材	1990, 1991	2	蒸気	480	ヒノキ
K7	製材	1990	1	蒸気	1680	ヒノキ
K8	木材流通	1989	2	低温除湿	1581	スギ
計			17		9651	

(3) 工場毎の主な乾燥樹種は、スギとヒノキが共に4社ずつで、数の上では等しい。乾燥材の生産割合は、スギとヒノキの比率が67：33とスギが多いが、これはスギ乾燥を対象とした大型工場が1社含まれているためである。

(4) 乾燥コストの上乗せについては、スギ心持ち正角材を乾燥した後4面モルダー加工し、関西方面へ出荷している工場では、はっきりと上乗せ出来るとの回答であった。しかし、ヒノキにおいては、はっきりと上乗せできるとの回答は聞かれなかった。

(5) 乾燥技術の改良や新しい乾燥技術に対する関心度合は、扱っている樹種で異なり、ヒノキよりスギ、中でも一般材の乾燥に取り組んでいる工場ほど高い関心度を示した。

(6) その理由の一つとして、スギとヒノキでは乾燥に求める効果が異なるためと思われる。特に、スギ並材の乾燥では、寸法安定性に優れ、大量で、安定した材の供給が求めら

れている。生産者側はその要求に応じるべく高温乾燥をはじめ色々な方法での検討をおこなっているものの、未だその要求を満たしていない。しかし、ヒノキの乾燥では乾燥の主な目的が、材価に大きな影響を持つ材色問題にあり、いわば製品が流通する間での変色防止であり、そのためか、仕上がり含水率の高低に対する関心度合はスギに比べて薄いものであった。これにはヒノキが樹種として乾燥しやすいことが幸いしているようにも思われた。

(7) 乾燥材を普及させるための行政側からの方策として、乾燥材の生産者側と設計者・施主などの利用者側の両方への働き掛けがあるが、若干は利用者側へウエイトを置いた方が効果が出やすいように考える。特に、兵庫県南部地震での木造住宅の被害は、利用者が材料を選別する目を厳しいものにしてている。この状況を、乾燥材への認識を高めるよき機会とし、適切な情報提供が必要と考える。

(8) 乾燥機導入の検討は、設備費、ランニングコストなどを考慮した試算結果に基づき、判断がなされる。その結果、採算があわない、よって乾燥に取り組まないという判断がなされるケースがあったと推察される。しかし、例えばランニングコスト試算について、「その内容は十分なものであったらどうか・・・？」という疑問を、今回の調査をとおして感じた。

具体的には、たとえば乾燥のランニングコスト削減方法の一つとして、製材所などでは端材焼却ボイラーの利用が有効である。しかし、その内容はなかなか理解し難いようである。乾燥機導入等の相談があった場合には、乾燥材の生産量、端材等の燃料の有無、その量などから、乾燥だけの熱源ではなく、事務所の冷暖房、シャワー等の福利設備への利用も考慮したボイラー規模を求め、各々施設を貫流ボイラー、電気など従来のエネルギーを利用した場合とのコスト比較をおこなった資料を示すべきと思った。また、焼却ボイラーについては、夜間の無人使用を可能にする安価な燃料自動投入装置が開発され、それに加えて十分な安全性が確保されれば、乾燥機の熱源供給機としての利用が多くなると感じた。

7. 2 調査集計表

(1) 乾燥施設に関する調査	表1
(2) 乾燥材の生産と流通に関する調査	表2
(3) 乾燥方法と乾燥条件に関する調査	表3
(4) 乾燥装置のメンテナンスに関する調査	表4
(5) ユーザーの意見に関するまとめ	表5

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

熊本県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況			調査対象乾燥施設の概要・使用状況						施設の選理由 (特記事項)	湿度の制御方法 (特記事項)	
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号	よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高	積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)			壁体の材質 厚さ(mm)
熊 1	◎プレカッ ト 木材流通業	D	蒸気式	1992	3	熊1-1 熊1-2 熊1-3	ヒノキ 120×120 105×105	3.0 10.3 4.3	1.8 0.9 3.0~4.0	30	スチルス [®] 祢 60	C F	A
				1989	1	熊2-1	スギ 120×120 3000 130×130 3000	8.0 3.5 3.5	1.0 1.0 3.5	12	スチルス [®] 祢 50	C	
					1982	1	熊2-2	ヒノキ 120×120 130×130	8.5 4.5 3.5	1.0 1.0 3.5	12	スチルス [®] 祢 50	
熊 3	◎製材業 木材流通業	B	蒸気式	1988	1	熊3-1	スギ 120×120 45×120~180	5.0 3.7 3.5	1.0 1.0 4.0	12.5	スチルス [®] 祢 50	B, F	B
				1989	2	熊4-1	スギ 115×115×3000	2.85 12.0 3.9	1.1 0.8 3~4	20	スチルス [®] 祢 60	A, E, F	A
					1991	1	熊4-2		2.85	1.1	34×2	同上	
熊 4	◎製材業 プレカッ ト	D	蒸気式	1993	1	熊4-3		12.0 4.4	0.8 3~4				
				1988	1	熊5-1	スギ 115×115	2.8 10.3 3.85	2.0 2.0 9.0	30	内側スチルス 外側鉄板 50	F	a b
					1985	1	熊5-2	ヒノキ 板、小割の乾燥	5.0 2.0 2.0	4.7 1.7 1.3	6	スチルス [®] 祢 40	C

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表1 (施設)

熊本県

工場名 記号	事業内容 ◎主要事業	乾燥施設の設置状況		調査対象乾燥施設の概要・使用状況			施設の選理由 (特記事項)	温湿度の制御方法 (特記事項)					
		メーカー	型式	設置年	台数	施設番号			よく扱っている 樹種と寸法(mm)	外寸(m) 間口 奥行き 高	棧積寸法(m) 幅 高さ 長さ	収容材 積(m³)	壁体の材質 厚さ(mm)
熊 6	◎製材業	D	蒸気式	1990	-2	熊6-1	ヒノキ 120×120	2.8	1.0	20	内側ステンレス 外側塗装鉄 板 50	A C	A
		D	蒸気式	1991				8.7	0.8				
熊 7	◎製材業 木材流通業	D	蒸気式	1990	1	熊7-1	ヒノキ 120×120	3.0	1.0	17	ステンレス [®] 板 50	A F	A
								8.2	1.0				
熊 8	◎木材流通 業 その他	W	除湿式	1989	2	熊8-1 熊8-2	スギ 115×115	2.5	1.2	12	ステンレス [®] 板 50	C D	C
								8.8	6.5				

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査表2 (生産・流通)

熊本県

工場名 記号	生産量		仕向け先%				乾燥材の価格		技術者配置(人)				
	国産材 ^m ³ 構造・その他%	外材 ^m ³ 構造・その他%	自社 使用	市売・ セクター	問屋・ 小売店	工場 工場	住宅 メーカー	大工・ 工務店	価格上乗せ可能 性 (特記事項)	価格上乗せの程 度 (特記事項)	乾燥 技術者	木工 士	その他
熊 1	720 100 0	0	100					大工・ 工務店	乾燥機の使用は、協同組合メン バーで主に木材流通業者が使 用。	貨乾燥で10,000円/m ³ 以下を徴 収。	1	1	その他
熊 2	200 40 60	0					100		b				
熊 3	360 50 50	0		30	30	20	20		d 売れやすい		1 (7年)		
熊 4	4100 95 5	200 100 0	45			55			a	b 大手企業の建築部門へ出荷 出荷材の生産工程は、製材→ 選別→乾燥→品質検査→出荷 品質検査で含水率が高い、曲が り等の欠点で、20~30%の木材 が出る。含水率が若干高い材は 自社の7°ワットに使用している。	1	1	
熊 5	530 90 10	5.5 100	15	40		35	10		a	b 関東市場での価格 スギ、ヒノ、角一等材 通常 68,000円/m ³ 高値 70,000円/m ³	1	1	
熊 6	480 100 0	0		40			60		b 乾燥することで、材の欠点 が現れ、乾燥材の品質の見定 めがやりやすくなった。	高く売れているとは思いますが、材 価にバラつきがあるため不明。			乾燥材 格付け 士
熊 7	1680 50 50	0		100					b 梅雨時期の売れ安さはあ る。			1	
熊 8	1580 100	0		20	80				a	b 「乾燥+4面モカゲ+加工」で売 れているように思う。			

熊本県 建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計表3 (乾燥方法、条件)

施設番号	樹種(材種)	寸法(mm)	含水率(%)		使用温度範囲 (~ °C)	乾燥日数 (日)	間欠・連続 の区分	蒸煮処理 の有無	蒸煮処理の条件		摘要
			初期	仕上げ					温度(°C)	時間(hr)	
熊-1	ヒノキ (心持ち)	105×105 120×120	50~60	18	40~68 40~68	7	連続 "	無			
			50~60	18		7					
熊-2	ヒノキ (心持ち)	120×120 130×130	50	25	40~ 40~	7	連続 "	無			
			50	25		7					
熊-3	スギ (心持ち) スギ (心持ち)	45×120~180 120×120	60	20	55~60 55~65	7~10	連続 "	有	60~70	3	蒸煮といえるか...?
			80	30		10~14					
熊-4	スギ (心持ち)	115×115	69	21	乾球 68(一定) 湿球 66~63	10	連続	無			蒸煮で色、ワケが悪くなるのが心配で 実施していない。
熊-5	スギ (心持ち)	128×128	54	25	乾球 68(一定) 湿球 66~63	8	連続	無			
熊-6	スギ (心持ち)	115×115	70~100	15~20	60~62	7	連続	有	60	6	
熊-7	ヒノキ (心持ち)	105×105	30	20	60	4	連続	無			
熊-8	ヒノキ (心持ち) ヒノキ (心持ち)	120×120 45×105	23	18	50~60 50×60	4	連続 連続	有	50~60		人乾前のスタグ時間が長いために、初 期含水率が低い。
			24	18		4					
熊-8	スギ (心持ち)	115×115	40%前後	25	46~48	3~6	連続	無			

注) 材種：心持ち、心去りの区分を記入

建築用針葉樹材の乾燥に関する調査集計集 4 (メンテナンス)

熊本県

施設番号	故障発生箇所	故障の内容と原因	設置からの経過年	故障発生頻度	対応の方法	特に困っている乾燥機の故障	この乾燥機の改良点
熊3-1	ボイラー	燃焼部に木くず、ホコリ等が入り故障	半年後から	年に1~2度	ボイラーメーカーからのメンテナンス		含水率センサーによる自動制御
熊4-1	炉内ファン用モーター	軸受けの磨耗	2年目	耐用時間経過後	メーカーより交換又は修理		
	蒸気管	蒸気のもれ、パイプのひび割れ並びに接着部のゆるみ	4年目	2回	専門業者による修理		タイムスケジュールの自動化
熊5-1	ボイラー	不完全燃焼で煙突を破損		1回	地元のボイラー業者にて修理	内部の様子が見えるように小窓の設置	
	バルブからの水漏れ	電磁弁の作動不良		1回	部品を取り寄せ交換	軟水機に軟水程度を示すメーター等の設置	
熊6	電気系統	マグネットスイッチの故障			2~3万円/回 修理はメーカーにて		
	小さいドア	取手の錠物がかかる					
	小さいドアの開閉不良	ゴムパッキングが壁体にくっつき開閉がしにくい					
熊7	配電盤	落雷でマグネット部が故障			地元の専門業者にて修理		
熊8-1	インバーター	不明	5~6年目	各々1回	近傍から部品を持ってきて半日で修理		材を載せた台車が重く、一人では出し入れができない。
-2	ファン	ベヤリングの磨耗	5~6年目	各々1回	メーカーで交換		
	モーター		4年目	1回	メーカーにて交換		

熊本県

1 乾燥施設について

(1) 故障

(2) メンテナンス

(3) 改良・開発

- ・荒挽き材乾燥施設内で処理するだけで、D25、D20の乾燥材を生産する方法が試みられている。

最初の施設は、太陽光を透す屋根材を使うことによって施設内の加温を図ったが、これでは冬場に十分な温度維持ができなかった。2番目の施設は、端材の焼却ボイラーからの熱水を使って加温する形に変更された。熱の供給源としては十分であるが、湿度コントロールが出来ないため割れ発生が甚だしく、施設の利用方法の見直しと、さらには改良が必要と思われた。

- ・乾燥機に窓がない。高価な材を乾燥するときなど、材の変化を見ながらの操作ができなくて不便である。
- ・制御方法として、材種と初期含水率に応じた数種類のタイムスケジュールの選択ができれば、仕上がり品質をかなり向上できるように感じた。
- ・設置されているMCセンサーの電線の耐久性が小さいものがる。

(4) その他

- ・端材焼却ボイラーを使用しているが、材の自動投入ができなく、夜間は貫流ボイラーを使用する（製材業）。
- ・乾燥機導入時の選定理由として、電気式は操作が簡単で良い（流通業）。

2 乾燥技術について

(1) 乾燥操作・スケジュールの決定

- ・天然乾燥との組合せで乾燥したスギ並材を、プレーナー加工し供給することで、固定した納入先の確保に成功している。品質については、少々の割れは問題になっていなかったが、最近は割れを少なくして欲しいとの希望が強くなり、技術的に新たな対応が必要になっている。
- ・温湿度の制御方法として、乾球温度は一定にし、湿球温度を経過時間により変化させる方法が多かった。
- ・イコライジング、コンディショニングの操作は少なかった。
- ・異なる材種を同時に乾燥するなど、乾燥技術に関する基本的な知識不足がみられた

(製材業)。

- ・初期蒸煮の目的を、初期含水率のバラツキの縮小と考えているところがあった。

(製材業)。

(2) 技術の向上・新しい技術の開発

- ・乾燥中に栈積上部に重しを乗せ、変形を抑制していた(2工場、製材業)。金属、鉄筋コンクリート、また生コンを木枠に打設した自家製のものなど色々なタイプがあった(写真7-1)

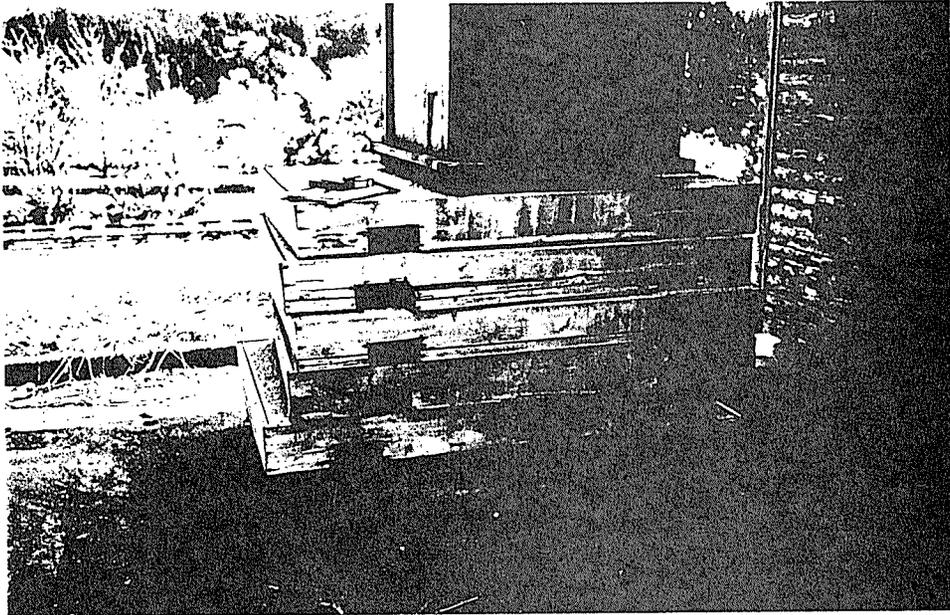


写真7-1 自家製のおもし(寸法:97×147×14cm)

- ・栈積み手間の改善方法の検討が必要である。

(3) 乾燥技術者の養成

乾燥技術者の有無で、会社の乾燥材に対する理解の深さが判断できるように感じた。また、技術者が必要であると、経営者に認識させるための情報発信が必要と思った。

(4) その他

- ・高温乾燥については、時間短縮によるコスト削減の有力な方法として、3社が興味を示した。
- ・大型の乾燥機を導入する場合は、焼却式ボイラーの設置を考えている(製材業)。
- ・黒心材は2回乾燥している。
- ・プレカット加工用防腐土台角の乾燥方法に問題がある。プレーナー加工後に防腐処理すると膨らみ問題がある。
- ・含水率20%以下の乾燥材の需要が多い(プレカット加工業)。

- ・工務店から持ち込まれた材を、人乾することで3割程度のはね材となる現在の乾燥方法では、工務店から依頼されても、賃乾燥は受けきれない（プレカット加工業）。

3 乾燥材の普及

(1) 普及にあたっての問題点

- ・未乾燥材を乾燥材として販売していることが多くみられる（製材業）。
- ・部材（用途に応じた）毎の含水率基準があれば、供給するさいの目安となる。
- ・流通業者として、仕上り含水率が適切であっても、ヘヤークラック等があれば、買取り価格を下げることはあっても、上げることはない。

(2) 乾燥コスト

- ・補助事業で設置した乾燥機の使用料金の一例として、燃料、修理費等を含めて6500円／m³。使用している製材業者は、主にヒノキの役物の乾燥に利用。
- ・大手住宅メーカーは、乾燥の自社基準による材の供給を求めるが、基準内容が段々厳しくなっている。
- ・施主に乾燥コストの負担をしてもらえるようなPRが必要。
- ・木材流通を主な業務とする会社では、工務店との取引きでは乾燥コストの上乗せはなかなかできない。

(3) 普及のための方策

- ・一般の構造材は、素材産地に近い製材所が乾燥をした方がベターである（製材業）。
- ・乾燥材の供給は製材業が行う方がベターである（流通業）。

(4) その他

- ・木材問屋にとって乾燥材は、保管中にカビ発生の心配がないなど、保管しやすく好評であるとのこと。ただし、このことで価格アップにはつながっていない。
- ・A Q 認証におけるプレカットの乾燥材の含水率基準は厳しい。
- ・乾燥のメリットとして、材色が良くなる、生材での変色の心配がなくなる、天乾材でのアクがでなくなる（製材業）などがある。
- ・例えば、乾燥した「かもい」材は回転が早く、こちらのペースで商談が行えるようになった（製材業）。

<以下(8~13は特定の乾燥施設についての調査です。2施設以上記入する場合は別葉で記入して下さい。>

8 乾燥施設の仕様・使用状況

番号(1pの2の番号と同一)	4	適用
乾燥機の外寸法m	間口2.8奥13.5高さ3.5	
栈積み寸法 m	幅1.2高さ3.5長さ1.2	よく扱っている材種 (寸法)130×130mm (スギ)
栈積み段数	3段	
収容材積・台数	30m ³ - 2台	
壁体の材質・厚さ	ステンレスパネル 150mm	

- 9 乾燥施設を選択理由(該当するものに○印をつけて下さい。複数記入)
 a多く使われている b同業者に勧められた cメーカーから勧められた
 d価格が安い e同じ施設を使用してなれている f性能が信頼できる
 g助成を紹介してくれた hなんとなく iその他()

10 温湿度の制御方法 (該当するものに○印をつけて下さい。)

- a 定値制御・タイムスケジュール
 b 同上 ・含水率スケジュール
 c プログラム制御・タイムスケジュール
 d プログラム制御・含水率スケジュール
 e コンピュータ制御・タイムスケジュール
 f 同上 ・含水率スケジュール
 e その他(具体的に)

注 定値制御 : 調節計の温度設定を手動で行うもの
 プログラム制御: 調節計の温度設定を内蔵プログラムで行うもの

11 材種ごとの乾燥条件と乾燥所要日数（主な材種について記入して下さい。）

樹種	材の寸法 mm	含水率（%）		使用温度範囲（～℃）	乾燥日数	間欠・連続の区分
		初期	仕上げ			
スギ	130×130	80~140	25	70~85	10~12	連続
ヒノキ	130×130	35~60	20	65~75	6~8	〃
スギ	114×114	80~140	25	70~80	8~10	〃
ヒノキ	112×112	35~60	20	65~75	5~7	〃

12 蒸煮処理の有無と条件

a 蒸煮をしている

（蒸煮の条件 温度： ℃ 時間： 分）

Ⓐ 蒸煮をしていない

13 乾燥機の故障とメンテナンス実態（別紙に具体的に記入して下さい。）

別紙

<以下は共通の質問です。>

14 乾燥技術、施設の改良・開発についての意見（自由記入）

高温域での使用に耐える乾燥機の開発

15 乾燥材の普及についての意見（自由記入）

国産乾燥材のPRをもっと行うべきである(メリットの強調)

別紙(13 乾燥機の故障とメンテナンスの実態)

故障の発生箇所	故障の内容と原因	最初の故障発生時期 (設置からの経過年数)	故障の発生頻度	対応の方法
ファンベアリング	高中温域での使用によるオイルもれとベアリングのさび	1～1年半	1回/2年	とり替え
湿度センサー	高温域運転によるセンサー部分の故障	1年	1回/2年	〃
排気ファンモーター	ヤニによるファンペラの付着	3年	1回/3年	〃

13-1 調査表の中で特に困っている乾燥機の故障(具体的に記入して下さい。)

ファンの耐久性向上

13-2 この乾燥機はどのように改良した方がよいと思いますか。(具体的に記入して下さい。)

なし