

- 研究 ( Original Article ) -

## 道産材を用いた準不燃合板の製造条件の検討

河原崎政行      平館 亮一      由田 茂一\*<sup>1</sup>  
瀧澤 量久\*<sup>2</sup>      岡野 朝雄\*<sup>3</sup>

### Investigation of Quasi-noncombustible Plywood Made from Trees Grown in Hokkaido

Masayuki KAWARASAKI      Ryoichi HIRADATE      Sigeichi YOSHIDA  
Kazuhisa TAKIZAWA      Asao OKANO

Manufacture of quasi-noncombustible plywood made from trees (*Cryptomeria japonica*, *Larix leptolepis*, *Abies sachalinensis*, *Tilia japonica*) grown in Hokkaido was investigated. Veneers of those species were impregnated with boron-type fire retardant solution in hot bath treatment. In 30% fire retardant solution, the chemical contents in veneer after treatment were 237kg/m<sup>3</sup> for *C. japonica* (sapwood) and 217kg/m<sup>3</sup> for *C. japonica* (heartwood). The chemical content in veneer after treatment was influenced by the species. In comparison with *C. japonica* (sapwood), the chemical contents of *L. leptolepis*, *A. sachalinensis* and *T. japonica* were 41%, 75% and 70% respectively, in 30% fire retardant solution treatment. The chemical content impregnated in *L. leptolepis* was extremely low, showing that more investigation about treatment conditions is needed for *L. leptolepis*. Therefore, the fire performance of plywood made with treated veneer, except for *L. leptolepis*, was evaluated by cone calorimeter. For *C. japonica*, the 15-mm-thick plywood consisted of sapwood veneers and heartwood veneer treated with a chemical content of 208kg/m<sup>3</sup> to satisfy the standard for quasi-noncombustible materials in the cone calorimeter. For *A. sachalinensis* and *T. japonica*, the total heat release of the plywood made of treated veneer tended to be high in comparison with *C. japonica*. The increase of total heat release of those species may be attributed to the behavior of the exposed area and the difference of the mass loss rate during heating.

*key words:* quasi non-combustible materials, plywood, hot bath treatment, cone calorimeter, trees grown in Hokkaido  
準不燃材料, 合板, 温浴法, コーンカロリメーター, 道産材

北海道産のスギ, カラマツ, トドマツ, シナノキを用いた準不燃合板の製造を目的とした検討を行った。温浴法により単板へのホウ素系薬剤の注入処理条件を検討した結果 薬液濃度30%において注入された薬剤固形分量は, スギ辺材では237kg/m<sup>3</sup>, スギ心材では217kg/m<sup>3</sup>であった。また, 単板に注入される薬剤固形分量は樹種により異なり, 薬液濃度30%ではカラマツではスギ辺材の41%, トドマツでは75%, シナノキでは70%であった。カラマツは今回の条件での薬剤注入量が極めて少ないた

め、再度処理条件の検討が必要であると考えられた。カラマツを除く3樹種の処理単板で合板を作製し、発熱性試験により準不燃性能の評価をした結果、辺材と心材を混合したスギにおいて厚さ15mm、薬剤固形分量208kg/m<sup>3</sup>の仕様で準不燃材料の基準を満たした。トドマツとシナノキについては、スギと比較して薬剤固形分量に対する総発熱量が高くなる傾向があった。この原因として、樹種による燃焼挙動の違いが考えられた。

## 1. はじめに

地場産材の利用促進が全国的に行われており、その一つとして公共施設の木造化や内装の木質化が進められている。これは木材の使用量を増加させる目的のほか、不特定多数の人が集まる公共施設に木材を使用することで、多くの人に木材利用の意義を普及啓発する効果を期待してのものである。しかし、公共施設では火災時の人命安全性確保のため、内装材料は建築基準法に規定される防火材料を使用しなければならない。このため公共施設の内装に使用される木材は、法規で定められる防火材料の性能を付与するために薬剤処理が求められる。羽目板等の板材は、これまで発熱性試験により薬剤処理の燃焼抑制効果を検討した事例<sup>1-5)</sup>が多数あり、防火材料の性能が付与される製造条件が明らかになっている。しかし、合板については検討例<sup>1,6-8)</sup>が少なく、製造条件が確立されていない。

そこで本研究では、道産材を用いた防火材料の性能を付与した合板の製造条件を検討した。防火材料は性能の高い順に、不燃材料、準不燃材料、難燃材料があるが、防火上規制される箇所のほとんどに適用できる準不燃材料の性能付与を目的とした。準不燃合板の製造は、温浴法により単板に薬剤を注入した後、接着する方法を用いた。この製造方法は減圧加圧装置を必要としないことや単板で処理することで合板の厚さ方向に均一な薬剤の分布が期待できるという利点がある。本報告では、温浴処理による単板の薬剤注入処理条件の検討および処理単板を用いた合板の発熱性能の評価を行った。

## 2. 試験方法

### 2.1 供試材料

供試単板は、北海道産のスギ (*Cryptomeria japonica* D. Don, 気乾比重 0.30 ~ 0.34), カラマツ (*Larix leptolepis* Gordon, 気乾比重 0.58 ~ 0.65), トドマツ

(*Abies sachalinensis* Masters, 気乾比重 0.32 ~ 0.36), シナノキ (*Tilia japonica* Simonkai, 気乾比重 0.43 ~ 0.47) のロータリー単板とした。単板の寸法は長さ 300 × 幅 300 × 厚さ 3mm とした。

### 2.2 薬剤の注入性試験

供試単板は各樹種ともに 10 枚用いた。なお、スギについては 10 枚の単板のうち、5 枚を辺材、5 枚を心材とした。カラマツについてはすべて心材とし、トドマツとシナノキは辺材と心材の判別が不可能であったため、区別しなかった。薬剤は無水ホウ砂 (IMC Chemicals Inc. Pyrobor), ホウ酸 (US Borax Inc. Optibor), ホウ酸塩 (US Borax Inc. Timbor) を、6 : 3 : 1 の割合で混合したものを供試し、所定濃度の水溶液を調整して使用した。薬液の濃度は、スギでは 10, 20, 25, 30% の 4 水準とした。カラマツとトドマツでは浸透性が悪いこと<sup>9)</sup>を考慮し、またシナノキでは中嶋らの報告<sup>8)</sup>を参考にして、薬液濃度を 20, 30% の 2 水準とした。

単板は、はじめに強制循環式恒温乾燥器内にて温度 105 °C で 16 時間乾燥させた後、全乾重量を測定した。次に長さ 350 × 幅 350 × 高さ 200mm のステンレス製バットを用いて、単板を熱水で 2 時間煮沸した後、同寸法のバットで 60 °C に加温した薬液に 16 時間温浴させた。温浴後の単板は試験室内で 3 日間以上風乾させた後、再び強制循環式恒温乾燥器内にて温度 105 °C で 24 時間乾燥させ、全乾重量を測定した。そして、温浴処理前後の単板の全乾重量の差と注入処理前の単板の体積から単位体積当たりの薬剤固形分量を計算した。なお、薬液の保温は、薬液を入れたバットを 60 °C に調整した強制循環式恒温乾燥器内に静置して行った。

### 2.3 燃焼発熱性試験

2.2 の結果を基に選定した薬剤処理単板を用いて合板を製造し、燃焼発熱性試験により準不燃性能を評価した。

合板は、事前に行った薬剤処理単板の接着試験の結果を考慮して、接着剤にはレゾルシノール樹脂接着剤を使用し、第1表に示す条件で製造した。合板の単板構成は5プライ構成の厚さ15mmとしたが、高い薬剤固形分量が得られたスギのみ4プライ構成の厚さ12mmを加えた。合板は各条件につき1枚製造し、長さ100×幅100mmの試験体を3体採取した。

試験はISO5660<sup>11)</sup>に準じて行った。装置はコーンカロリー計試験装置((株)東洋精機製作所製)を用い、加熱強度は50kW/m<sup>2</sup>、加熱時間は10分間とした。試験体は各条件につき3体とし、試験前に温度23℃、湿度50%R.H.の恒温恒湿装置内で24時間の質量変化率が0.1%未満になるまで静置した。試験では発熱速度、総発熱量、着火時間、質量減少量を測定するとともに、試験終了時の試験体から貫通する亀裂・穴、および押さえ枠の開口部の寸法(94×94mm)を超える収縮の有無を観察した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 温浴法による単板への薬剤注入処理の検討

単板に注入された薬剤固形分量を第2表に示す。スギ辺材の薬剤固形分量は、薬液濃度10%では81kg/m<sup>3</sup>、20%では155kg/m<sup>3</sup>、25%では222kg/m<sup>3</sup>、30%では237kg/m<sup>3</sup>であり、薬液濃度の増加とともに増加した。スギ心材の薬剤固形分量は、薬液濃度の増加とともに増加したが、辺材と比較すると85～92%程度の値であった。このことから、スギ単板に任意の薬剤固形分量の処理をするには、辺材と心材の違いを考慮する必要があると考えられた。

スギ以外の3樹種の薬剤固形分量は、薬液濃度の増加とともに増加する傾向は見られるが、スギと比べるといずれも同一薬液濃度における薬剤固形分量は低く、スギ辺材に対し、カラマツでは37～41%、トドマツでは68～75%、シナノキでは66～70%であった。これまでの研究<sup>10)</sup>では、厚さ15mmのスギ材はホウ素系薬剤を用いた場合、薬剤固形分量150kg/m<sup>3</sup>以上で準不燃材料の基準を満たすことが確認されている。このことを考慮すると、今回の試験

第1表 合板の製造条件

Table 1. Manufacturing conditions for plywood.

接着剤 Adhesive	フェノライト6000 <sup>1)</sup> (大日本インキ化学工業(株)製) Phenolite 6000 <sup>1)</sup> (Dainippon Ink and Chemicals, Incorporated)	
添加剤 Additive	カタリストTD-473 (大日本インキ化学工業(株)製) Catalyst TD-473 (Dainippon Ink and Chemicals, Incorporated)	
配合割合(重量比) Mixing ratio (w:w)	フェノライト6000:カタリストTD-473=100:15 Phenolite 6000: Catalyst TD-473=100:15	
塗布量 Spread amount	40g/900cm <sup>2</sup>	
圧縮条件 Press conditions	温度 Temperature	80
	圧力 Pressure	1.18MPa
時間 Time	厚さ12mm:60分、厚さ15mm:90分 12mm thickness: 60min., 15mm thickness: 90min.	

1) レゾルシノール樹脂接着剤  
1) Resorcinol formaldehyde resin adhesive.

第2表 単板に注入された薬剤固形分量

Table 2. Impregnated chemical contents in veneers.

樹種 Species		薬液濃度 Concentration of chemical solution				
		10%	20%	25%	30%	
スギ <i>C. japonica</i>	辺材 Sapwood	平均 Ave.	81	155	222	237
		標準偏差 S.D.	2.7	6.8	4.9	9.2
	心材 Heartwood	平均 Ave.	69	135	198	217
		標準偏差 S.D.	3.4	5.4	16.5	11.5
カラマツ <i>L. leptolepis</i>	心材 Heartwood	平均 Ave.	57		96	
		標準偏差 S.D.	7.6		7.6	
トドマツ <i>A. sachalinensis</i>		平均 Ave.	106		179	
		標準偏差 S.D.	5.6		20.1	
シナノキ <i>T. japonica</i>		平均 Ave.	102		165	
		標準偏差 S.D.	5.6		9.8	

単位はkg/m<sup>3</sup>  
Unit: kg/m<sup>3</sup>

条件でカラマツ単板に注入された薬剤固形分量では、準不燃合板の製造は極めて難しいと判断された。温浴法を用いた薬剤の注入処理では、薬液温度と浸せき時間が注入される薬剤固形分量に影響すると報告されており<sup>12)</sup>、カラマツでは薬剤固形分量の増加のために温浴処理条件を再度検討する必要があると考えられた。このことから、次項の合板による準不燃性能の評価はカラマツを除く3樹種について行った。

3.2 薬剤処理単板を用いた合板の準不燃性能の評価  
使用する薬剤処理単板は、合板の薬剤固形分量が $150\text{kg/m}^3$ 前後<sup>10)</sup>になるように、前項で温浴処理した単板の中から選定した。

単板の樹種は、スギ、トドマツ、シナノキを用いた。各単板の温浴処理における薬液濃度は、スギでは10, 20, 25%, トドマツでは20, 30%, シナノキでは30%とした。合板は上記の薬剤処理単板を用いたものに加え、対照として各樹種の無処理単板を用いたものも製作した。なお、スギでは、辺材と心材の単板を混合して使用した。

第3表に試験に用いた合板の比重と使用した単板の薬剤固形分量を、第4表に燃焼発熱性試験の結果

を示す。準不燃材料の性能評価試験では、以下の3点のすべてを満たすことが必要とされている<sup>13)</sup>。

(1) 加熱開始後10分間の総発熱量が $8\text{MJ/m}^2$ 以下であること。

(2) 加熱開始後10分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂および穴が無いこと。

(3) 加熱開始後10分間、最高発熱速度が、10秒以上継続して $200\text{kW/m}^2$ を超えないこと。

(2)の基準については、押さえ枠の開口部の寸法を超える収縮も貫通する亀裂・穴と同様と見なされる。第4表では(1)～(3)の基準を満たす試験体数を示した。

第3表 合板の比重と構成する単板の薬剤固形分量

Table 3. Specific gravity of plywood and chemical content of veneer.

樹種 Species	厚さ (mm) Thickness	単板の処理条件 Treatment conditions of veneers					
		無処理 Non-treatment	薬液濃度 Concentration of chemical solution				
			10%	20%	25%	30%	
合板の比重 Specific gravity of plywood		0.40	0.46	0.55	0.57		
スギ <i>C. japonica</i>	12	1	0	67	135	182	
		単板の薬剤固形分量 ( $\text{kg/m}^3$ ) Chemical contents of veneers	2	0	72	151	203
		3	0	78	154	222	
		4	0	84	167	227	
		平均 Average	0	75	152	209	
	合板の比重 Specific gravity of plywood	0.39	0.46	0.53	0.60		
トドマツ <i>A. sachalinensis</i>	15	1	0	67	130	184	
		単板の薬剤固形分量 ( $\text{kg/m}^3$ ) Chemical contents of veneers	2	0	73	138	197
		3	0	78	141	214	
		4	0	80	151	219	
		5	0	82	152	223	
	平均 Average	0	76	142	208		
合板の比重 Specific gravity of plywood		0.40	0.53		0.59		
シナノキ <i>T. japonica</i>	15	1	0	100		159	
		単板の薬剤固形分量 ( $\text{kg/m}^3$ ) Chemical contents of veneers	2	0	101		167
		3	0	107		179	
		4	0	110		185	
		5	0	111		200	
	平均 Average	0	106		178		
合板の比重 Specific gravity of plywood		0.51			0.67		
シナノキ <i>T. japonica</i>	15	1	0			158	
		単板の薬剤固形分量 ( $\text{kg/m}^3$ ) Chemical contents of veneers	2	0			160
		3	0			160	
		4	0			172	
		5	0			181	
	平均 Average	0			166		

第4表 薬剤処理合板の発熱性試験結果

Table 4. Results of cone calorimeter tests for plywood treated with chemicals.

樹種 Species	厚さ (mm) Thickness	処理薬液 濃度 (%) Concentration of chemical solution	薬剤固形 分量 (kg/m <sup>3</sup> ) Chemical content	最高発熱 速度 (kW/m <sup>2</sup> ) Maximum heat release rate	10分間 総発熱量 (MJ/m <sup>2</sup> ) Total heat release for 10min	着火時間 (sec) Time to ignition	基準を満たす試験体数 The number of specimens that satisfied the standard 基準 The standard items		
							(1) 総発熱量 <sup>1)</sup> Total heat release <sup>1)</sup>	(2) 形状 <sup>2)</sup> Shape <sup>2)</sup>	(3) 最高発熱速度 <sup>3)</sup> Maximum heat release rate <sup>3)</sup>
スギ <i>C. japonica</i>	12	-	0	213	50.2	13	0	0	1
		10	75	126	21.7	39	0	0	3
		20	152	81	12.8	300	0	0	3
		25	209	83	9.8	399	0	2	3
	15	-	0	228	56.9	17	0	0	0
トドマツ <i>A. sachalinensis</i>	15	10	76	176	17.7	157	0	2	3
		20	142	54	9.8	181	1	3	3
		25	208	15	1.9	555 <sup>4)</sup>	3	3	3
		-	0	202	61.5	16	0	1	3
シナノキ <i>T. japonica</i>	15	20	106	79	20.7	43	0	3	3
		30	178	43	11.7	186	0	3	3
シナノキ <i>T. japonica</i>	15	-	0	305	88.5	18	0	0	0
		30	166	88	21.2	47	0	3	3

最高発熱速度，10分間総発熱量，着火時間は3体の平均を示す

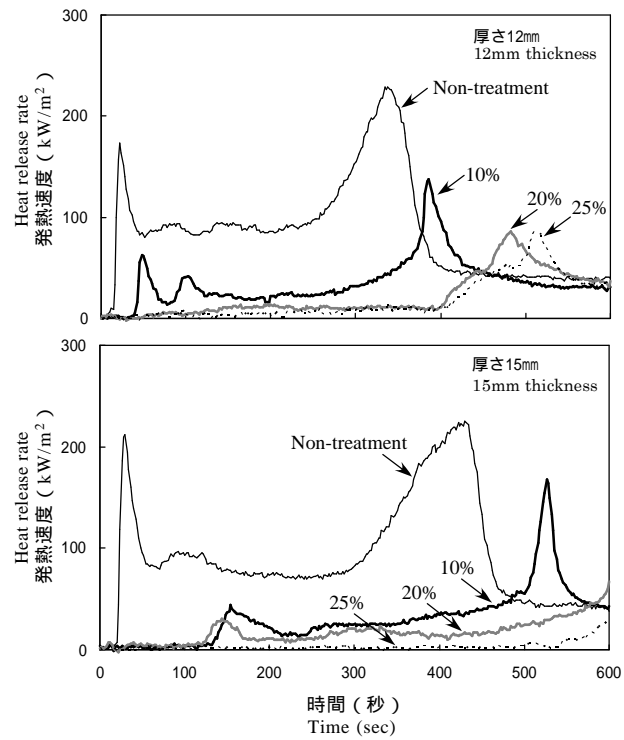
1) 基準：8MJ/m<sup>2</sup>以下であること，2) 基準：有害な収縮および亀裂を生じない，3) 基準：最高発熱速度が10秒以上継続して200kW/m<sup>2</sup>を超えない，4) 2体は着火せず，着火した1体の値を示した

Maximum heat release rate, total heat release for 10min and time to ignition are average values.

1) The standard: The total heat release in the heating time is 8MJ/m<sup>2</sup> or less. 2) The standard: No harmful shrinking and no crack penetrating to the back surface during the heating time. 3) The standard: The maximum heat release rate that exceeds 200kW/m<sup>2</sup> is not more than 10 seconds during the heating time. 4) 2 specimens did not ignite. This is the value of 1 specimen that ignited during the heating time.

薬剤処理した試験体は，無処理の試験体に比べて最高発熱速度と10分間総発熱量の低下，および着火時間の遅延が見られた。また，それらの燃焼抑制に対する作用は，処理した薬液濃度の増加，すなわち薬剤固形分量の増加とともに大きくなった。前述の準不燃材料の基準のうち，(3)については薬剤処理をした試験体はすべて満たした。(2)については，スギは厚さ15mmで薬液濃度20%以上，トドマツは厚さ15mmで薬液濃度20%以上，シナノキは厚さ15mmで薬液濃度30%の試験体を満たした。しかし，(1)については，スギの厚さ15mmで薬液濃度25%の試験体のみが満たし，トドマツおよびシナノキでは満たす試験体なかった。以上から，今回の試験体ではスギの厚さ15mmで，薬液濃度25%で処理した試験体が上述の基準をすべて満たし，準不燃材料の性能を有していることが分かった。

スギについて，単板の処理薬液濃度ごとに代表的な試験体の発熱速度を第1図に示す。無処理材の発熱速度は，2つのピークと各ピーク以降の平坦な部分で構成された。1番目のピーク（以下，1stピークとする）は着火直後の表面上の燃焼が生じた際，2番目のピーク（以下，2ndピークとする）は試験体裏



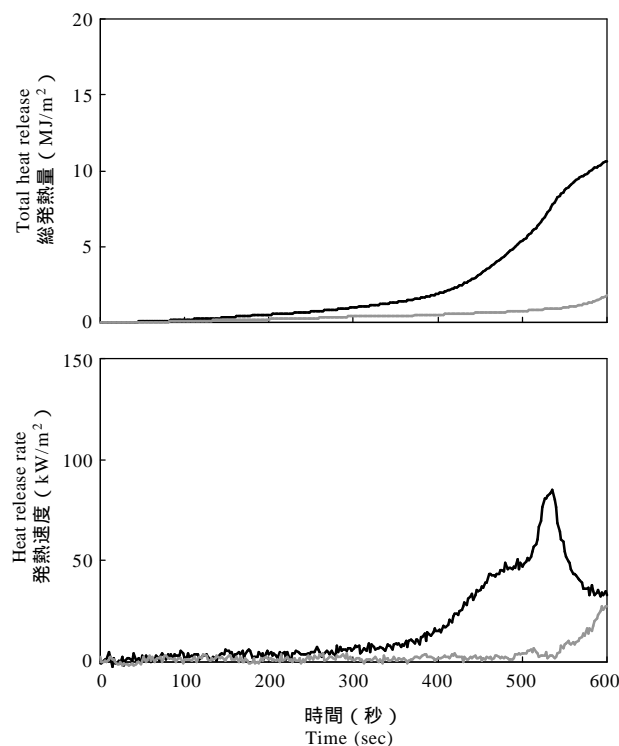
第1図 薬剤処理スギ合板の発熱速度

Fig. 1. Heat release rate of *C. japonica* plywood treated with different concentrations of chemical solution.

面に燃焼が達した際に発生するとされている<sup>13)</sup>。

薬剤処理した試験体は、処理薬液の濃度増加に伴い発熱速度が全体的に低くなった。また1stピークは、厚さ12mmでは薬液濃度20%以上で消失し、厚さ15mmでは薬液濃度25%で消失した。2ndピークは、薬剤濃度の増加に伴い発生時間が遅くなり、特に厚さ15mmでは顕著で薬液濃度20%以上で加熱時間内に発生しなかった。ホウ素系薬剤は、脱水炭化作用や炭素の酸化・気化阻害作用により、木材の燃焼を抑えるとされている<sup>15)</sup>。上述した薬剤処理した試験体における発熱速度の挙動から、ホウ素系薬剤の燃焼抑制効果が明らかに認められる。

また、いずれの薬液濃度においても、スギ試験体の10分間総発熱量は、厚さ15mmの方が厚さ12mmより低く、特に薬液濃度25%では他の薬液濃度よりも差が大きくなった(第4表)。第1図に示した薬液濃度25%の試験体について、加熱時間内の総発熱量と発熱速度の変化を第2図に示す。厚さ12mmの試



第2図 スギ薬剤処理合板の発熱速度と総発熱量の変化(単板処理の薬液濃度25%)

Fig. 2. Heat release rate and total heat release of treated *C. japonica* plywood. (Veneer treated with 25% chemical solution)

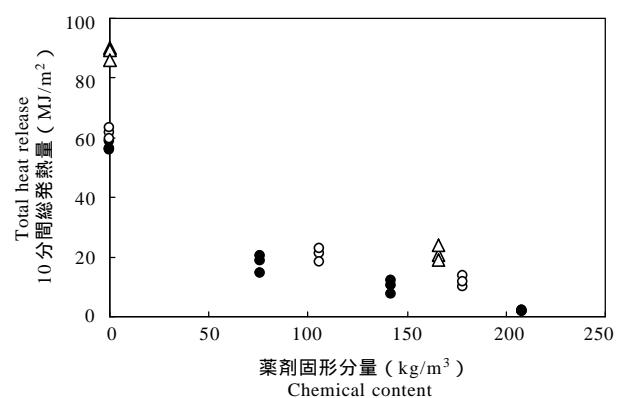
凡例) 厚さ: —: 12mm, —: 15mm  
Legend) Thickness: —: 12mm, —: 15mm

[J. Hokkaido For. Prod. Res. Inst. Vol.21, No.2, 2007]

験体の総発熱量は加熱開始から400秒付近まで緩やかに増加し、400秒付近以降から2ndピークを含み加熱終了時までの発熱速度が高くなる期間に約8.7MJ/m<sup>2</sup>増加した。一方、厚さ15mmの試験体の総発熱量は加熱開始後から550秒付近までは緩やかに増加し、550秒付近以降から加熱終了時までの発熱速度が高い期間に、若干増加するにとどまった。このように2ndピーク前後の総発熱量は試験体の厚さによって大きく異なり、それが総発熱量の差となっていることが分かる。

第3図に厚さ15mmの試験体について、薬剤固形分量と10分間総発熱量の関係を示す。薬剤処理したトドマツ試験体は、薬剤固形分量に対する総発熱量がスギよりも高くなる傾向が認められた。薬剤処理したトドマツ試験体は、加熱時に表層の単板がはじける現象が生じた。加熱時に形成される炭化層は、加熱面と熱分解点の間の遮熱性能を向上させ、1stピーク以降の発熱速度を低減させると言われている<sup>14)</sup>。しかし、薬剤処理したトドマツ試験体では、加熱時に表面単板がはじけて部分的に失われたことから、炭化層の発熱速度低減作用が十分に発揮されず、10分間総発熱量が高くなったと推測される。

薬剤処理したシナノキ試験体は、薬剤固形分量に対する総発熱量がスギやトドマツよりも高くなる傾向が認められた。厚さ15mmの無処理試験体につい



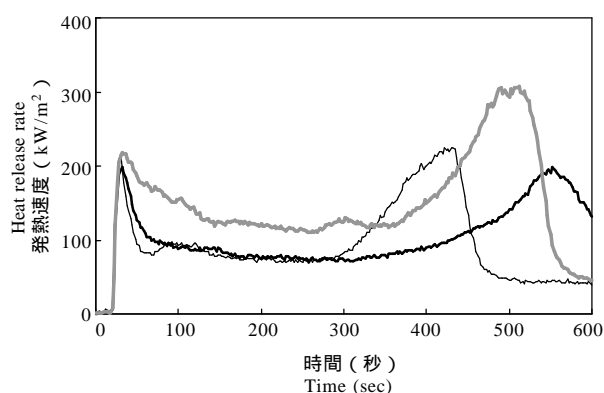
第3図 薬剤固形分量と10分間総発熱量の関係(15mm薬剤処理合板)

Fig. 3. Relationship between chemical content and total heat release for 10 min (15mm thick plywood treated with chemicals).

凡例) 樹種: —: スギ, —: トドマツ, —: シナノキ  
Legend) Species: —: *C. japonica*, —: *A. sachalinensis*, —: *T. japonica*

て発熱速度の一例を第4図に示す。無処理合板の発熱速度は、加熱開始から17～20秒で着火し30秒付近に1stピークが発生するまで、3樹種ともにほぼ同様な挙動を示した。しかし、1stピーク以降から2ndピークが出現するまでの期間では、シナノキ試験体は他の2樹種よりも明らかに発熱速度が高くなり、燃焼が激しいことを示した。シナノキ試験体の薬剤固形分量に対する総発熱量が他の2樹種よりも高くなったのは、そのような樹種的な燃焼特性が主な要因であると推測された。

以上からトドマツおよびシナノキの試験体が準不燃材料の基準を満たさなかった原因は、薬剤固形分量がスギよりも少なかったことに加え、樹種による燃焼挙動の違いが薬剤の燃焼抑制作用に影響したことが考えられる。したがって、トドマツおよびシナノキを用いた準不燃合板の開発には、樹種ごとに適正な薬剤固形分量を更に検討する必要があると考えられる。また、菊地らのスギ材を用いた試験<sup>16)</sup>では、ホウ酸系薬剤よりもリン酸系薬剤の方が10分間総発熱量の抑制効果が高いとされている。また、中嶋らの研究<sup>8)</sup>では、温浴処理によりシナノキ単板にリン酸系薬剤を注入して作製した厚さ15mmの合板は、薬剤固形分量が208kg/m<sup>3</sup>において準不燃性能が付与されている。これらのことからスギ以外の準不燃合板の開発には、薬剤の改良についての検討も必要であると考えられる。



第4図 厚さ15mmの無処理試験体の発熱速度  
Fig. 4. Heat release rate of non-treated plywood (15mm thick).

凡例) 樹種: —: スギ, - - -: トドマツ, .....: シナノキ  
Legend) Species: —: *C. japonica*, - - -: *A. sachalinensis*, .....: *T. japonica*

#### 4. まとめ

道産材を用いた準不燃合板の製造を目的として、温浴法による単板へのホウ素系薬剤の注入処理条件の検討および処理単板を用いて製造した合板の発熱性試験による準不燃性能の評価を行った。その結果、以下が明らかになった。

- (1) 単板を用いた温浴法により、スギ辺材では薬剤濃度30%において薬剤固形分量237kg/m<sup>3</sup>の処理が可能であった。また、スギ心材では同様の処理条件で得られた薬剤固形分量は、辺材の92%であった。
- (2) 温浴法で得られる薬剤固形分量は樹種で大きく異なり、薬剤濃度30%では、カラマツはスギ辺材の41%、トドマツは75%、シナノキは70%であった。
- (3) 薬剤処理単板を用いた合板の準不燃性能の評価では、薬剤固形分量208kg/m<sup>3</sup>の厚さ15mmのスギ合板が基準を満たした。
- (4) トドマツおよびシナノキ合板については、準不燃材料の基準を満たすことができず、製造条件について更に検討が必要であると考えられた。また、それらの2樹種の合板では、薬剤固形分量に対する総発熱量がスギ合板と比べて高くなる傾向があり、樹種特有の燃焼挙動が影響していると推測された。
- (5) カラマツ単板については、今回の温浴法による処理では得られた薬剤固形分量が他の3樹種に比べて極めて少ないことから、温浴処理条件について詳細な検討が必要と考えられた。

#### 文 献

- 1) 原田寿郎, 上杉三郎: 木材保存 22(5), 18-27 (1996).
- 2) Harada, T., Uesugi, S., Taniuchi, H.: *Forest Prod. J.* 53(6), 81-85 (2003).
- 3) 谷内博規: 岩手県林業技術センター研究報告 第11号, 1-4(2003).
- 4) Wang, Q., Li, J., Winandy, J. E.: *Wood Sci. Technol.* 38, 375-389 (2004).
- 5) 石川朝之, 堀内清史, 柴田博幸, 戸谷和光, 武田邦彦: 材料 52(3), 301-308(2003).

- 6) 河原崎政行, 菊地伸一, 平館亮一, 平林靖: 林産試験場報 **18**(4), 16-22(2004).
- 7) 河原崎政行, 菊地伸一, 由田茂一, 平館亮一: 第54回日本木材学会大会研究発表要旨集, 札幌, 2004 p.388.
- 8) 中嶋康, 谷内博規: 第54回日本木材学会大会研究発表要旨集, 札幌, 2004 p.691.
- 9) 林業試験場監修: “新版木材工業ハンドブック”, 丸善(株), 東京, 1973 pp.796-800.
- 10) 河原崎政行: 未発表(2005).
- 11) International Organization for Standardization. 2000. Fire tests: Reaction to Fire, heat release smoke production and mass loss rate. part 1. Heat release (cone calorimeter method). ISO/FDIS 5660-1. ISO, Geneva, Switzerland.
- 12) 谷内博規, 多田野修: 岩手県林業技術センター研究報告 第8号, 1-7(1999).
- 13) (財)日本建築総合試験所: “防耐火性能試験・評価業務方法書”, 2002.
- 14) Janssens, M.: *Fire Safety J.* **17**, 217-238 (1991).
- 15) 石原茂久: 木材保存 **15**(6), 2-13(1989).
- 16) 菊地伸一, 駒澤克己, 前田恵史: 第51回日本木材学会大会研究発表要旨集, 東京, 2001 p.420.
- 性能部 防火性能科 -  
- \*1: きのご部 主任研究員 -  
- \*2: 瀧澤ベニヤ(株) -  
- \*3: 岩手林材(株) -  
(原稿受理: 07.2.7)