

# ナナカマドは、火に強いのか

## - 木材の種類と火災時の安全性 -

菊地伸一

### ナナカマド

ナナカマドは北海道から九州まで広く分布するバラ科の落葉広葉樹で、材は堅く細工用に利用されることがあります。また、紅葉が美しく、北海道内でも公園や街路樹に利用しているのをよくみかけます。このナナカマドという名前は、「7度かまどに入れてもなお燃えない」ことに由来するとされています（平凡社、大百科事典）。

一方、キリは比重0.3程度で日本産の木材の中では特に軽く、加工が容易で狂い・割れが少ないことなどからタンス・

衣装箱、下駄などに利用されています。キリのタンスは火に強いとか、「炎にあった場合、……内部を火から保護する性能が大きい」（かなえ書房、木の事典）とされています。

ナナカマドとキリとでは堅さ、比重等木材の性質は大きく異なっています。それにも関わらず、どちらも何故燃えにくい、火に強いと考えられてきたのでしょうか。この疑問に直接答えることができるような手持ちの試験データはありませんが、いくつかの木材について行ってきた燃焼試験の結果から、木材の種類と火災時の安全性の関係について考えてみました。

### 室内の火災では何が燃焼性を左右するのか

標準的な室内火災のパターンは、何らかの火源による内装材への着火、火災の拡大そしてフラッシュオーバーから最盛期へと成長すると考えられ

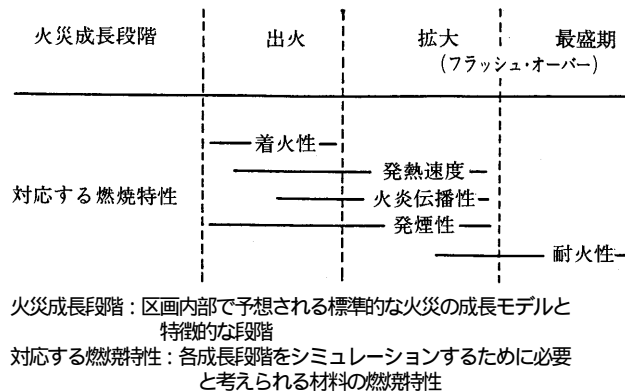


図1 火災の成長モデルと対応する燃焼特性

ています。このような火災の成長段階に対応する燃焼特性は図1のように考えられています。

つまり出火の初期段階では材料の着火性が、拡大期には材料の発熱性と火炎伝播性が、火災の進行に支配的な要素となります。さらに、避難しやすいかどうかには、発煙性が影響します。また、フラッシュオーバーから最盛期にかけては、隣の区画や隣の建物に火災を拡大させないため、遮熱性や遮炎性などの耐火性能が要求されます。

したがって、木材の燃えやすさ、燃えにくさを火災時の安全性に対応させると、次の5項目について調べればよいことがわかります。

1. 着火性 - 火の着きやすさ
2. 火炎伝播性 - 燃え広がりやすさ
3. 発熱性 - 発生する熱の大きさ, 早さ
4. 発煙性 - 煙の量, 性質
5. 耐火性 - 熱, 炎を遮る性質

今回は着火性、火炎伝播性そして発熱性についてまとめてみました。

### 火の着きやすさ

ISO (国際標準化機構) が試験方法を定め、

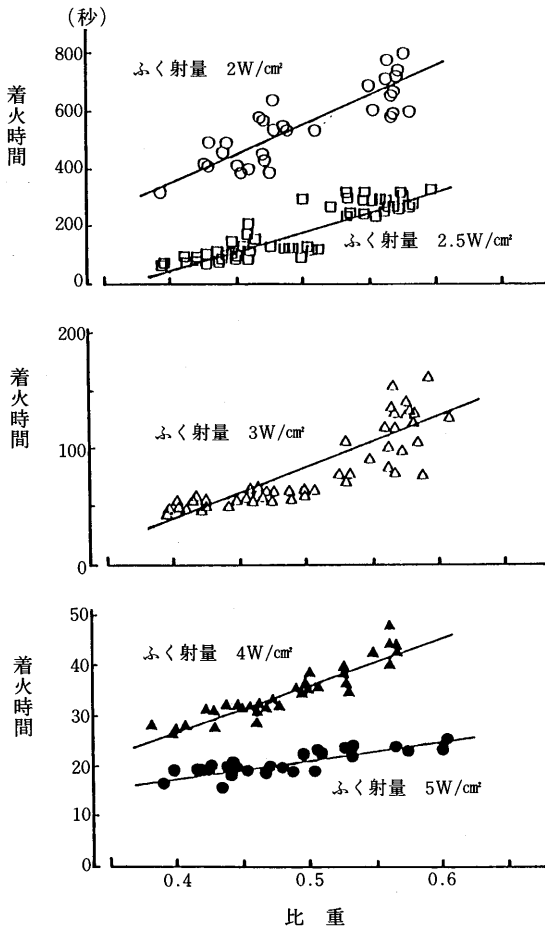


図2 6mmシナ合板の着火時間

JISにも取り入れられている着火性試験装置で6mmシナ合板の着火時間を測定した結果の一部を図2に示します。ふく射量、つまり加熱の強さに関わらず比重が大きくなるほど、着火時間も長くなっています。比重が0.4と0.6とでは、着火時間に約2倍程度の違いが生じています。着火時間に対する比重の影響については、樹種を変えた実験によっても同じ傾向が得られています。この理由を少し理論的に考えてみることにします。

着火は表面温度が材料に固有のある温度に達したときに起こるとされ、着火温度をT、加熱の強さをQ、そして物質に固有の常数をAとすると、

$$\text{着火時間} = A \times (T / Q)^2$$

で表すことができます。したがって、同じ加熱を受ける場合、AとTが小さいほど着火しやすくなります。

さて、物質に固有の常数Aは熱の伝わりやすさを表す熱伝導率、1gの物質の温度を1だけ上げるのに必要な熱量を表す比熱、そして比重に比例することが知られています。熱伝導率、比熱比重が大きいくほど着火時間が長くなるのは、熱伝導率が大きくなるほど表面から材料の内部に伝わっていく熱が大きくなるので、表面温度が上がりにくくなり、また、比重と比熱の積である熱容量が大きい材料ほど、温度が上がりにくくなるためです。

表1にいくつかの木材の熱伝導率、比重、着火温度を示しました。木材の比熱には樹種による差がなく、常温、全乾状態では0.30kcal/kg・程度とされています。比重が大きいくほど熱伝導率が

表1 木材の熱に関する性質

	平均気乾比重	熱伝導率 kcal/m・hr・℃	着火温度 (℃)		
			最小	平均	最大
キリ	0.30	0.063	262	269	276
トドマツ	0.40	0.077	232	240	252
エゾマツ	0.43	0.081	251	262	270
ヒノキ	0.44	0.082	247	253	258
カラマツ	0.50	0.091	264	271	278
セン	0.52	0.095	252	259	262
ミズナラ	0.68	0.122	263	265	267
シラカシ	0.83	0.151	257	260	264

大きくなる一方、樹種や比重の違いによる着火温度の差は小さいことが表1からわかります。このことが、図2に示したように比重が大きくなるほど着火時間が長くなる理由なのです。

### 燃え広がりやすさ

燃え広がりやすさ、つまり火炎伝播性の大きさは材料の向きによってかなり変わってきます。つまり、壁のような垂直面や天井のような水平下面と、床のような水平上面とでは同じ材料を使っても燃え広がりやすさは大きく違ってきます。ここでは垂直に置いた材料の、水平方向への火炎伝播性試験の一例を写真1に示します。そして、1.4, 2.3, 3.7, 4.2 W/cm<sup>2</sup>の4段階のふく射量について、比重と火炎伝播速度との関係を図3に示します。用いた木材はトドマツ、カバ、ミズナ

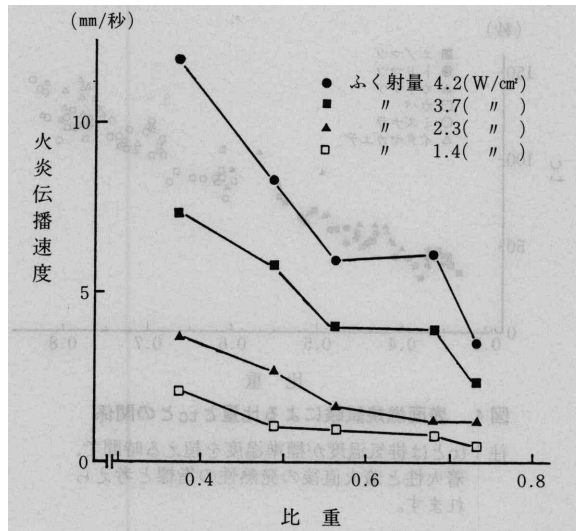


図3 無処理材の比重と火炎伝播速度

ラそしてラワンです。

図3から明らかなように供試体の受けるふく射量が大きければ、比重の違いによって火炎伝播速度に大きな差が生じています。このように木材の比重は着火性と共に火炎伝播性にも大きな影響を持ち、比重が大きくなるほど火炎伝播速度は小さくなります。

さて、まわりからの何らかの加熱によって最初に着火した部分に注目してみましょう。着火によって生まれた炎は、その付近のまだ着火していない部分をさらに加熱することになり、着火しやすくさせます。そして、未着火部分が先ほどの、

$$\text{着火時間} = A \times (T / Q)^2$$

の条件を満足すると、着火します。ですから、燃え広がりとは、材料の表面で着火が連続していくことだと考えることができます。このため、火の着きにくい比重の大きい木材ほど、燃え広がりにくくなるのです。

### 発生する熱の大きさ、早さ

厚さ12mmのトドマツ・エゾマツ・カラマツ・ミズナラ・カバ・イタヤカエデについて、建設省告示の表面燃焼試験装置を用いた燃焼試験による結果の一例を図4, 5に示します。表面燃焼試験は、難燃合板や石こうボードのような防火内装材

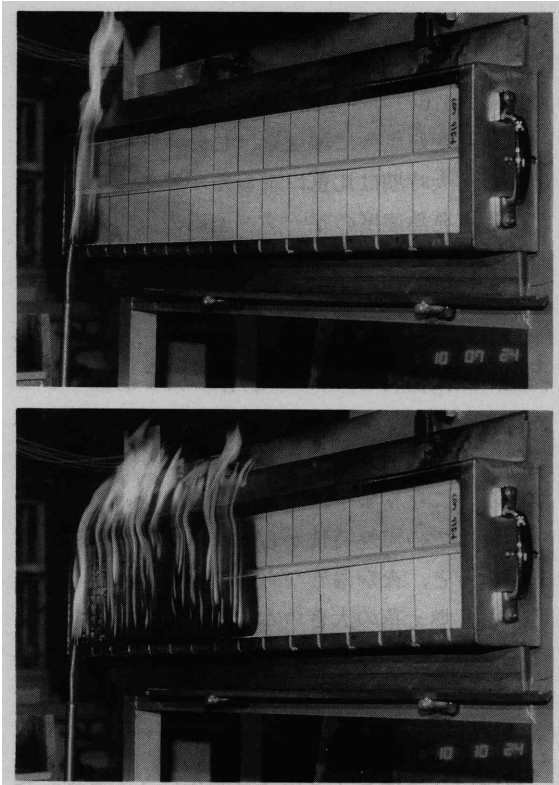
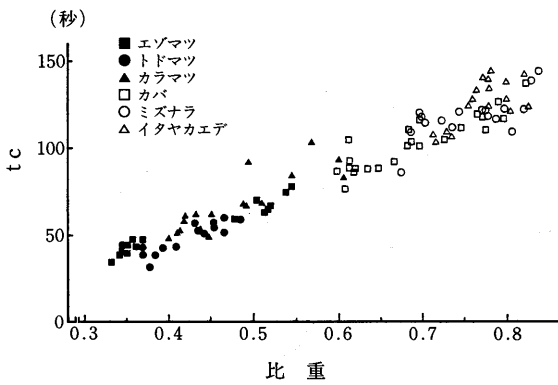
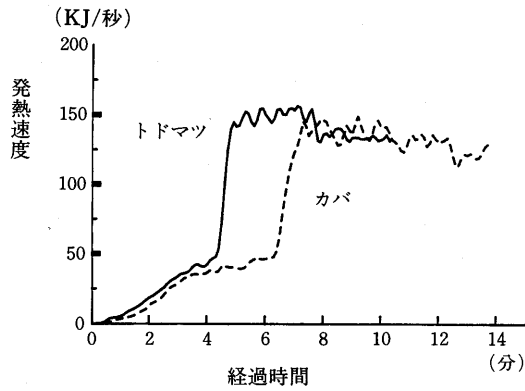


写真1 垂直においた材料の、水平方向の火炎伝播性試験

注：着火点から5cmごとに引いた線に炎の先端が到達する時間から燃え広がる早さ、つまり火炎伝播速度を求めらる。



**図4 表面燃焼試験による比重とtcとの関係**  
 注: tcとは排気温度が標準温度を超える時間で、着火性と着火直後の発熱性の指標と考えられます。



**図6 発熱速度の経時変化**

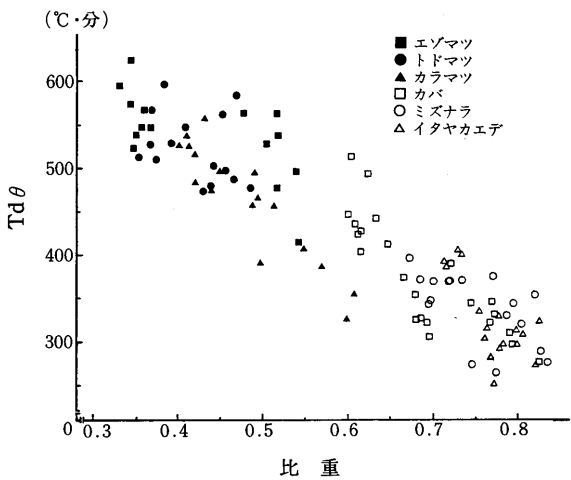
つまり一定の時間内に発生する熱量が小さくなるのは、測定の始まりが着火からではなく加熱開始からとなっていて、着火までに要する時間も影響していると考えられます。そこで一定時間に出る熱量、つまり発熱速度の比較例を図6に示します。これは準不燃材料の評価に用いられる模型箱試験によるもので(写真2)、比重約0.4のトドマツと比重約0.6のカバを用いています。

発熱速度が急激に増加をはじめめる時間、つまり発熱速度が急激に増加をはじめる時間、つまり発熱速度のピーク(室内火災のフラッシュオーバーに対応します)以降は、両樹種とも120~150KJ/秒程度となっています。

また、木材の発熱量は針葉樹材では20.8KJ/g程度、広葉樹材では19.8KJ/g程度で樹種による差は大きくありません。ですから、同じ体積の木材であれば比重が大きくなるほど多くの熱を発生することになります。

これまでの燃焼特性から冒頭のナナカマドを考えてみると、火が着きづらく、燃え広がりにくいけれど、燃え草の大きい木材であるといえます。つまり、「ナナカマドというのは...木材実質が多いためたやすく燃えつきないことによる」(かなえ書房、木の事典)ということなのです。

また、キリはどう考えても燃えにくいとはいえませんが、ただし、表面燃焼試験によって6分間の加熱終了後、自己消火するまでの時間を測定したところ、高比重の広葉樹ではいつまでも炎が残っていたのに対し、低比重材では比較的早く火が消



**図5 表面燃焼試験による比重とTdとの関係**  
 注: Tdとは標準温度曲線と排気温度曲線の囲む面積で、発熱性の指標と考えられます。

料の性能を調べるための試験方法で、得られるtcやTdの値は着火時間や発熱量を直接示すものではありません。しかし、tcの定義が「供試体の排気温度が不燃材料の排気温度から求められる標準温度を超える時間」であることから、着火性と着火直後の発熱性を表していると考えられます。また、Tdは「排気温度曲線と標準温度曲線の囲む面積」であることから一定の時間内に発生する熱量を示していると考えられます。

図から明らかのように、tc、Tdとも比重の影響を受けています。比重が大きいほどTd、



写真2 模型燃焼試験による発熱速度の測定例

注：90×90×180cmの箱の内部の4面（天井、壁3面）に  
供試体を取り付け、前面の開口部から出る燃焼ガス  
を分析することで発熱速度、発熱量を求める。

えました。キリでも同じことがあると考えられま  
す。しかし、この程度のことで火に強い、燃え  
にくいとはいえませんし、防火上の安全性も残念  
ながら期待できません。

防火上の安全性が強く求められる建築物に木材  
を使用する場合には、やはり難燃処理した製品で  
あることが望まれます。

（林産試験場 耐久性能科）