

5 燃える紙・燃えにくい紙 その条件とは？

1 研究の動機

去年は紙と水分との関係について調べたが、今年は紙と燃焼について調べた。以前キャンプに行ったときに先生が「新聞紙は燃えやすいので焚きつけ用に持ってくるように」と言っていたが、なぜ新聞紙は燃えやすいのか、燃えにくい紙と燃えやすい紙の違いは何なのか疑問に思ったからだ。

2 研究の目的

- (1) 紙の種類・厚さ・重さ・灰分などの違いで紙の燃え方は変わるのか。
- (2) 紙の燃やし方（火のつけ方）によって燃え方は変わるのか。
- (3) (1)と(2)の結果をもとに新聞紙が焚きつけに適している理由を考える。

3 調査の方法

紙の燃えやすさを調べるにはどうしたらよいのかを探した。

- (1) 富士工業技術センターに電話で聞いた。
返事は「調べる装置は残念ながらありません」だった。
- (2) インターネットで調べた。
紙の燃えやすさを調べる方法は載っていないかった。燃えにくい紙（タバコの巻紙・壁紙など）についての紹介が3件載っていた。
- (3) 図書館で調べた。
「紙の燃焼」で検索したら0冊。「燃焼・燃える」と範囲を広げて検索したら8冊見つかった。借りてきて読み、物が燃える仕組みが理解できた。
- (4) 以前製紙工場に勤めていた祖父に聞いた。
祖父は「紙の燃えやすさを調べる試験法は日本にもアメリカにもない。しかしアメリカには燃えにくく加工した紙の耐炎性（燃えにくさ）を調べる『TAPPI461』という試験法がある」と教えてくれた。
- (5) 「燃えやすさ」の反対は「燃えにくさ」だ。
そこで『TAPPI461』という試験法をヒントに

身の回りにあるもので、図1と図2のような実験装置を作った。

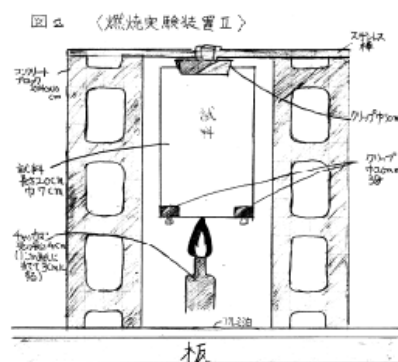
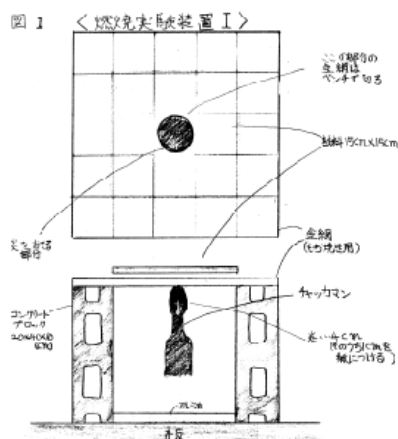
4 実験方法

(1) 実験装置

実験装置は図1と図2の2種類。

図1の燃焼実験 — 紙を金網の上に置く。

図2の燃焼実験 — クリップで上からつるす。



(2) 実験試料

普段使っている身の回りにある紙から21種類を選んだ。選んだ理由は下記の内容である。

- A 広告などのコート紙—白い土を加えたり紙の面に塗ったりしてある紙。薄いものか

ら厚いもの5種類。

B 印刷用紙・コピー・ノートなどの筆記用紙—白い土を10~20%加えてある紙。用紙別に7種類。

C 新聞紙—機械パルプを使用し、白い土はほとんど含まれていない紙。

D クラフト包装紙—強い紙にするために白い土を加えない紙。薄いものから厚いものまで3種類。

E その他—身近にある紙5種類。

(3) 実験項目

厚さ—マイクロメーターで測る。

重さ—電子はかりで量る。

灰分—紙を燃やして灰の重さを量る。

着火時間—紙が炎を出して燃え上がるまでの時間。

燃焼時間—紙が炎を出して燃え続けた時間。

焼失面積—紙が燃えた面積。

燃焼状況—紙が燃えているときの様子。燃える様子を7水準に分けて評価した。

(4) 実験内容

燃焼実験 —写真1参照

金網の上に紙をのせる。チャッカマンで約4cmの炎を紙の下から真ん中にあてる。ストップウォッチを使い、紙の表面に火がつくまでと炎が消えるまでの時間を計る。その後、燃え残った面積を調べ、焼失面積率と燃焼状況をランク付けする。



燃焼実験 —写真2参照

紙をクリップで垂直につるす。チャッカマンで約4cmの炎を紙の下端にあてる。ストップウォッチを使い1つは火がついた時、もう1つは炎が消えた時に止める。その後、燃え残った面積を調べ焼失面積率と燃焼状況をランク付けする。

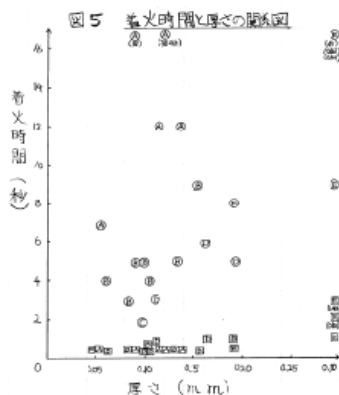


5 実験結果

図5から図13までの○印は燃焼実験、□印はの結果を示している。

(1) 着火時間と厚さの関係

結果は図5のようになり次のことがわかった。



ア 実験 (水平)より実験 (垂直)の方が着火しやすい。

イ 実験 は板紙を除くほとんどの紙(厚さ0.25mm以下)は1秒以内に着火した。(すぐ火がつく)

ウ 実験 は紙が厚くなるほど火が着くまでの時間が長くなった。

エ また同じ厚さでは灰分が多いほど火が着きにくくなった。

(2) 着火時間と重さの関係

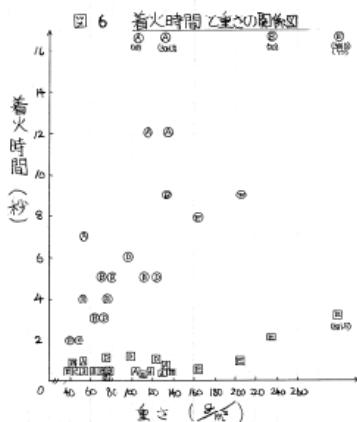
結果は図6のようになり次のことがわかった。

ア 実験 より実験の方が着火しやすい。

イ 実験 は板紙を除くほとんどの紙(重さ200g/m²)が1秒以内に着火した。

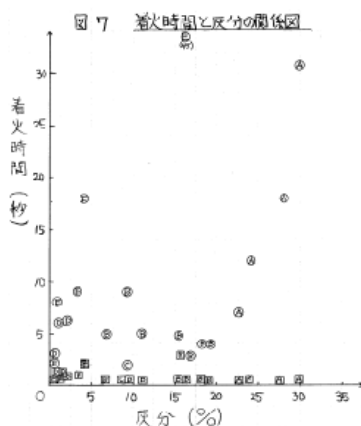
ウ 実験 は紙が重たくなるほど火が着くまでの時間が長くなった。

エ 実験 は同じ重さなら紙の灰分が多いほど火が着きにくくなった。



(3) 着火時間と灰分の関係

結果は図7のようになり次のことがわかった。



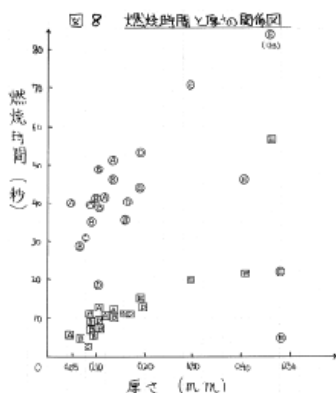
ア 実験 より実験の方が着火しやすい。

イ 実験 は灰分の含まれている量に関係なくほとんどの紙は1秒以内に着火した

ウ 実験 は灰分が25%以上多く含まれるようになると着火しにくくなった。

(4) 燃焼時間と厚さの関係

結果は図8のようになり次のことがわかった。

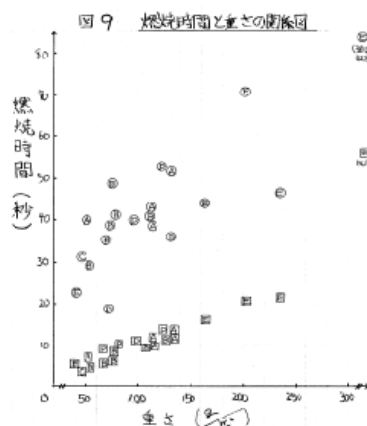


ア 実験 より実験の方が勢いよく燃え、燃焼時間は短かった。

イ 燃焼時間は紙が厚いほど長い。紙が厚ければ燃料の繊維の量が多くなるので、長く燃えたと思う。

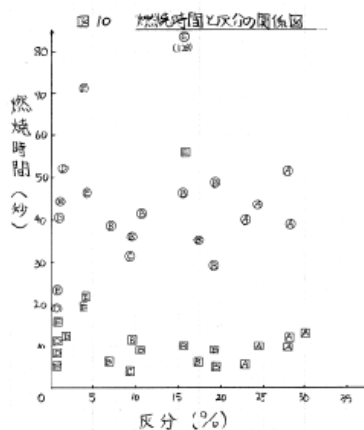
(5) 燃焼時間と重さの関係

結果は図9のようになり厚さと同じで、紙が重いほど長く燃えていることがわかった。



(6) 燃焼時間と灰分の関係

結果は図10のようになり次のことがわかった。



ア 実験 より実験の方が勢いよく燃え、燃焼時間は短かった。

イ 燃焼時間は灰分の含まれている量には関係ない。

(7) 燃焼状況と厚さの関係

結果は図11のようになり特に関係ないようだ。

(8) 燃焼状況と重さの関係

結果は図12のようになり特に関係ないようだ。

図 11 燃焼状況と厚さの関係図

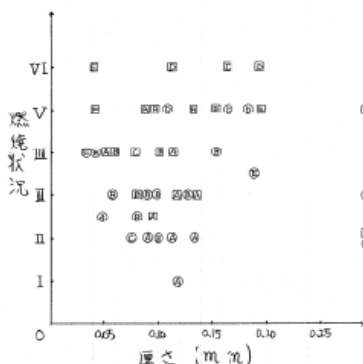
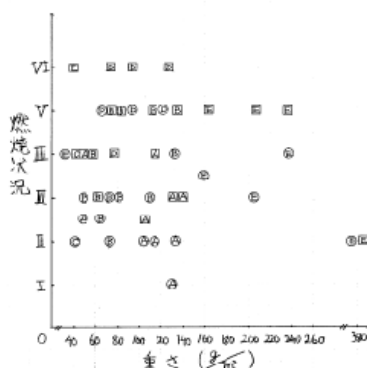


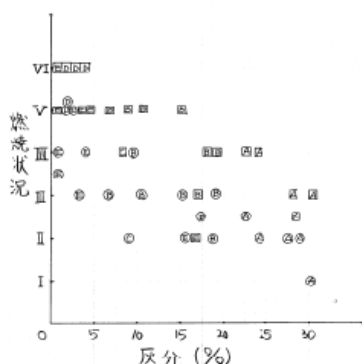
図 12 燃焼状況と重さの関係図



(9) 燃焼状況と灰分の関係

結果は図13のようになり次のことがわかった。

図 13 燃焼状況と灰分の関係図



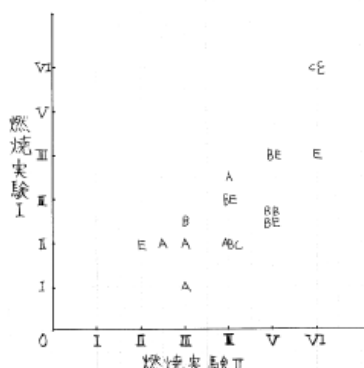
ア 実験 より実験の方が勢よく燃え燃焼状況はよい。

イ 燃焼状況は灰分の少ない方がよく燃える。灰分が多くなるにしたがって燃えにくくなり、灰分が25%以上になると著しく燃えにくくなった。

(10) 燃焼実験 と燃焼実験 の関係

結果は図14のようになり燃焼実験 燃焼状況より燃焼実験の方が1ランク勢よく燃えることがわかった。

図 14 燃焼実験Iと燃焼実験IIの関係図



6 結論と考察

紙は種類・厚さ・重さ・灰分などの違いで燃え方が変わることを、紙は燃やし方（火のつけ方）によって燃え方は違うことがわかった。

「紙や木が燃えるのは紙や木自身が高温になると、一酸化炭素などの可燃性ガスに変化し、そのガスが燃えるから」ということを知った。紙や木に火がつき、燃え続けるのには、常に紙や木が高温で一酸化炭素などの燃えるガスを出し続けなければならない。またガスは燃えながら熱を出して炎と一緒に上にあがっていく。したがって、燃えているところ（火元）は紙や木の下にある方が上にある紙や木を高温にしやすい、可燃性ガスを多く出して勢よく燃える。また紙は薄いと炎の熱が回りに逃げず、熱がたまって高温になり火がつきやすくなる。

このようなことから、紙は木に比べ薄く火がつきやすいので焚きつけによい。また火元を下にして燃えやすいようにすれば、普通の紙なら火はつきやすく勢よく燃えることがわかった。但し燃えない白い土が25%以上も多く含まれるコート印刷紙は燃えにくく焚きつけには適さない。

キャンプの時先生が焚きつけに新聞紙を持ってくるように言った理由がよくわかった。