

5 「自作の紙についての研究 IV」

1 研究の動機

これまで3年間、牛乳パックから作った紙で引っ張り強度・折り曲げ強度・吸水率・空気&光の通し方・墨汁の広がり方など、いろいろなことを研究してきました。市販の紙を使わず、あえて自作の紙を使うことで、市販の紙との比較もしてきました。そして今年は、紙の性質を左右する『紙を作る』という原点に戻り、紙作りの工程を変えて研究を行うことにしました。

「紙作り」にはいろいろな工程があるが、日用品を使った自作ということのを考慮し、その中でもパルプ作り（繊維）と圧縮（加圧）行程に注目しました。

まず、パルプを作るために牛乳パックの小片（チップ）をミキサーにかける時間です。これまで、ミキサーにかける時間は、正確に一律ではなく、おおよその時間でした。しかし、考えてみればミキサーにかける時間というのは紙作りには重要なことで、繊維の細かさはここで決まってしまう。そこで今年は、ミキサーにかける時間を5分・10分と決めてパルプ作りを行ってみようと思いましたが。そして時間の違いによる繊維の細かさの具合で強度の違いを調べてみたいと考えました。

次に、プレスする力、つまり圧縮（加圧）です。これも、今まではただタオルで上から押さえていただけでした。しかし、繊維をどのように絡ませるか、また、いかに絡ませるかは、強度に大きく影響します。今年は、時間と同様、上から押さえる重さを10kg・20kgに決めて、圧縮し、紙作りをやってみたいと思います。

紙作りの工程をいろいろと工夫して、研究を進めていきたいと考えました。

2 研究の目的

繊維の粗さ&圧縮するおもさを変えて紙を作り、引っ張り強度を調べる。

- (1) ミキサーにかける時間を、それぞれ3分・6分・9分としてパルプにし、そのパルプの量を10g・15gとして実験を行う。
- (2) パルプを圧縮する重さをそれぞれ1kg・3kg・5kgとした紙で、実験を行う。
- (3) ミキサーにかけたパルプを、さらにハンマーで叩き、繊維をより細かくからみやすくしたパルプで実験を行う。

3 研究の方法

(1) 紙作りの手順

- ① バケツに牛乳パック（10本分）を入れ、2日間おく。
- ② 牛乳パックについているビニルをとり、それをちぎる。（→チップ）
- ③ ちぎった牛乳パックをミキサーにかける。（→パルプ）（3分・6分・9分）
- ④ ミキサーにかけた後、ざるでこす。
- ⑤ できたパルプの量を変えて水に溶かし、割り箸でよくかき混ぜる。
- ⑥ 静かにそそぎながら、均一になるように、金網にまんべんなくかける。
- ⑦ かけた後、布の上にひっくり返す。
- ⑧ タオルを上をかけ、その上から重りをのせて、水分をとる。（1kg・3kg・5kg）
- ⑨ 金網をはずし、日光に当て、生乾きをする。
- ⑩ ハンカチをあて、アイロンをかけてさらに乾かす。

⑪ 曲がらないよう本にはさむ。



(2) 引っ張り強度

- ① 丸い棒に、針金をとりつける。これを上下2個作る。
- ② 片方に、S字型のフックを取りつける。
- ③ 自作の紙を幅1cmに切る。
- ④ 丸い棒に自作の紙を取り付け、ホチキスでとめる。
- ⑤ S字型のフックに重りをのせる。
- ⑥ 切れた時の重さを記録する。
- ⑦ 3回計測して、平均をだす。



4 結果と考察

(1) 引っ張り強度の結果

① 圧縮を1kgかけた結果

〈パルプ10g〉

- ・平均ではミキサーに6分かけた紙が一番強かった。
- ・グラフで見ると、3分から9分まで右上がりだった。
- ・6分からは1000gに耐えられた。

〈パルプ15g〉

- ・平均ではミキサーに9分かけた紙が、一番強い。
- ・15gだと、3分から1000gに耐えられた。
- ・グラフは3分から9分までほとんどが右上がり。

② 圧縮を3kgかけた結果

〈パルプ10g〉

- ・平均ではミキサーに9分かけた紙が一番強い。
- ・9分は3分や6分との差がけっこうあった。
- ・グラフは3分から9分まですべて右上がりだった。

〈パルプ15g〉

- ・平均ではミキサーに6分かけた紙が、一番強かった。
- ・グラフは3分が一番小さいが、6分と9分は違いがない。

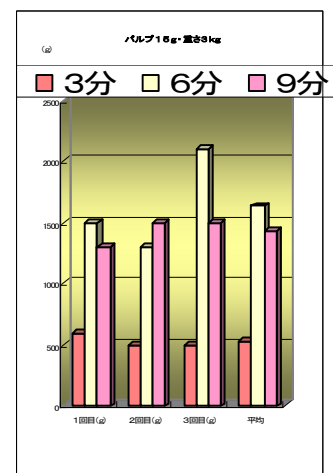
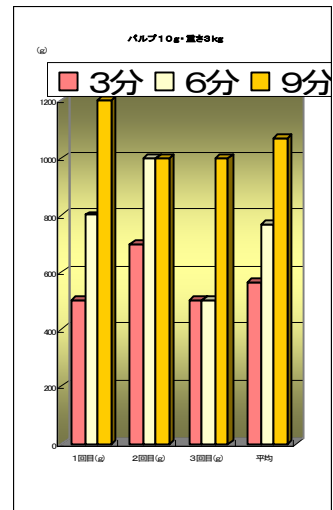
③ 圧縮を5kgかけた結果

〈パルプ10g〉

- ・平均ではミキサーに9分かけた紙が一番強かった。
- ・6分よりも3分のほうが強い。

〈パルプ15g〉

- ・平均ではミキサーに9分かけた紙が一番強かった。
- ・一回を除いてグラフは綺麗な右上がりだった。
- ・すべての平均が高かった。



④ パルプをたたいて作った結果

〈パルプ 10 g〉

- 平均ではミキサーに6分かけた紙が、一番強かった。
- 3分と9分の差はそんなにないが、9分の方が強い。
- 綺麗な右上がりにはなかった。

〈パルプ 15 g〉

- 平均ではミキサーに9分かけた紙が、一番強かった。
- それぞれの差が大きい時もあれば小さい時もあった。

(2) 引っ張り強度についての考察

- 平均で見ると、ミキサーに9分かけた紙が、一番強い。
- 6分の方が強い時が少数だがあった。
- 1回目から3回目までの差が大きいときもあれば、小さい時もあった。
- ミキサーに6分かけた紙からは、ほとんどが1000gに耐えられた。

(3) 切り口の様子

① 圧縮を1kgかけた結果

- 上の方で切れること、右斜めに切れることが多かった。

② 圧縮を3kgかけた結果

- 真ん中で切れ、ほぼ真っ直ぐ切れていることが多かった。
- 上下のホチキス付近で切れていることが多数あった。

③ 圧縮を5kgかけた結果

- 上の方で切れ、ほぼ真っ直ぐ切れていることが多かった。

④ パルプを叩いて作った結果

- 下の方で切れることやぎざぎざに切れていることが多かった。

◇ 切れ方についての考察

- 左右どちらかの斜めに切れることや、ぎざぎざに切れることが多かった。
- 上下のホチキス付近で切れてしまうことがあった。
- 切れ方によって、どういう風に紙に力がかかっているのかが分かった。

(4) ミキサーにかける時間を同じにした時の、圧縮時の重さについての比較

① ミキサーに3分間かけた場合

- パルプ10gは右上がりだった。
- パルプ15gは、圧縮1kgの時の強度が一番強いが減少傾向が見られた。

② ミキサーに6分間かけた場合

- パルプ10gは右下がりだった。
- パルプ15gの方が、圧縮3kgの時一番強いが、減少傾向も見られた。

③ ミキサーに9分間かけた場合

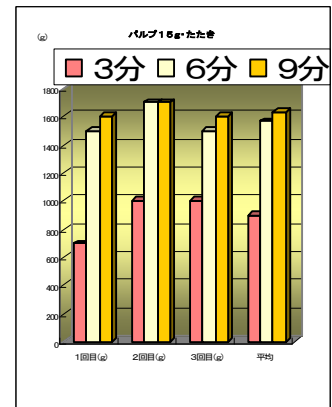
- 1kgから5kgまで、両方とも右下がりのグラフになっていた。
- パルプ10gはそれほど差がなかく、パルプ15gの方が、強度自体は強かった。

◇ 強度についての考察

- 圧縮する重さが大きくなると、強度は増すことはなく減少傾向が見られる。9分では、パルプ10g、15gとも、それがはっきり現れている。3分、6分でははっきりしない。パルプの量にも関係しているようである。

◇ 比較してみた (グラフ)

- ミキサーにかけた時間によって、グラフのスタイルが違っていた。



(5) 圧縮の重さを同じにした時の、ミキサーにかける時間についての比較

① 圧縮 1 k g の場合

- ・グラフでは綺麗な右上がりになっており、パルプ 15 g の方が、強度が強かった。
- ・パルプ 10 g では、強度が一気に増した。

② 圧縮 3 k g の場合

- ・パルプ 10 g ではきれいな右上がり、パルプ 15 g では 6 分から強度が極端に増した。

③ 圧縮 5 k g の場合

- ・パルプ 15 g の方が、強度が強く、きれいな右上がりのグラフになっていた。
- ・パルプ 10 g では、右上がりの傾きが小さい。

◇ 強度についての考察

- ・圧縮する重さが同じだと、ミキサーかけた時間が長くなればなるほど、強度は増す。
- ・パルプ 15 g の方が、強度が強かった。

(6) たたいたパルプとそのままだのパルプとの比較

① たたいたパルプでの 10 g と 15 g の比較 (圧縮の重さ = 5 k g)

- ・パルプ 15 g の方が強度が強かく、どちらも右上がりのグラフだった。

② たたいたパルプ 10 g とそのままだのパルプにおける、ミキサーにかける時間による比較

- ・3 分と 6 分ではたたいたパルプ、9 分ではほぼ同じであった。
- ・たたいたパルプでは 6 分が一番強く、普通のでは 6 分が一番弱かった。
- ・たたいた場合とそのままだのものでは、グラフの凹凸が逆になった。

③ たたいたパルプ 15 g とそのままだのパルプにおける、ミキサーにかける時間による比較

- ・どちらも綺麗な右上がりのグラフだったが、たたいたパルプ 15 g の方が、強度が強い。

◇ 強度についての考察

- ・たたいたパルプでは、パルプ 15 g の方が強度は強かった。
- ・10 g、15 g 両方とも、たたいたパルプ方が強度は強かった。

(7) 全体の考察

- ・ミキサーにかける時間が同じ場合、圧縮する重さが重くなっても、強度は強くない。むしろ減少傾向が見られる。パルプの量が 15 g の方が強い。
- ・圧縮する重さが同じなら、ミキサーにかける時間が長くなればなるほど強度は増す。パルプ 15 g の方が強く、強さの伸びも大きい。
- ・ミキサーにかける時間と圧縮する重さが同じなら、パルプをたたいた方が強度が増す。
- ◎ 作る紙の面積によって繊維の細かさと圧縮する重さが決まってくるのではないかと。
 - ・パルプ 10 g の場合は、ミキサーの時間 6 分、圧縮の重さ 1 k g が最適
 - ・パルプ 15 g の場合は、ミキサーの時間 9 分、圧縮の重さ 1 k g が最適

(今回の紙は、14 cm × 9 cm の長方形の金網で漉いた)

5 課題

(1) 作る紙の面積と、それに合う一番適切な条件をさぐる

- ・繊維の粗さ→ミキサーにかける時間の種類をさらに増やす。
- ・圧縮する重さと時間→重さの種類を増やし、圧縮する時間を変える。
- ・作る紙の面積をいろいろ変えてみる。

(2) 上記の紙で今まで行った、折り曲げ強度、空気や光の通し方、墨汁の広がりなどの紙の性質調べを行う。

(3) パルプにする材料を牛乳パック以外に、バナナの皮、ネギ、ダイコンの葉などにして自作の紙作りを行い、紙の性質について調べる。