

紙をつくる (I. 洋紙の部)

38期生

I テーマ設定の理由

僕は中学生生活最後の夏、10日程四国は伊予三島市へ帰郷した。伊予三島市は、紙の町として、川之江市と共に有名である。そこで僕は、紙について研究してみようと思った。しかし、これまでの自由研究を見ると、ほとんどが、和紙について、である。それなら洋紙について調べてやろうではないか、と思ったので、一夏かけて調べてみた。

II 研究方法

- (1) 大王製紙伊予三島本社工場内見学 8/6~8/7
- (2) 洋紙の製作 8/11~9/3

III 研究内容

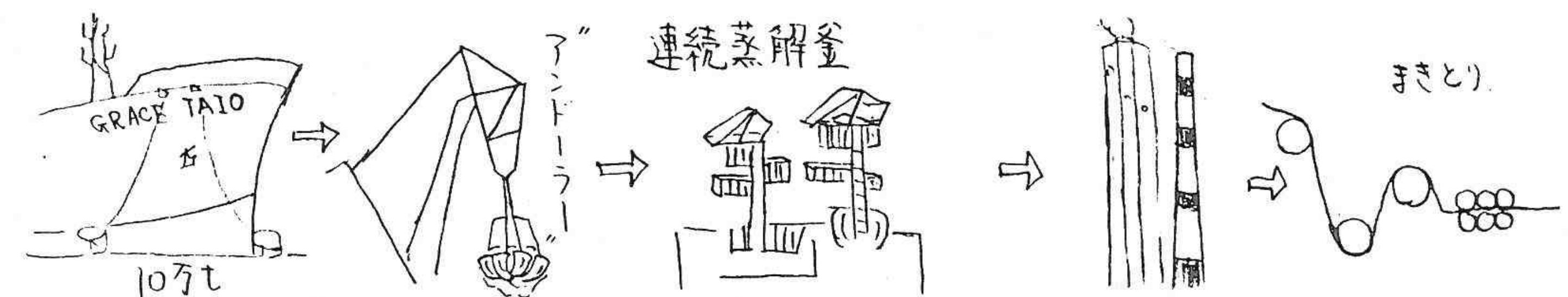
=見学編=

○伊予三島市の製紙業は、銅山川の豊富な水と、市内の山の良質な松から発達した。(町名を紙屋町というほど)



○大王製紙は、王子製紙につぐ、我が国で2番目に大きい製紙会社。主力のエリエールにより、ティッシュ部門では、我が国1位の生産量をほこる。社長の井川伊勢吉氏は、伊予三島市の出身で、地元の発展のため、本社を市内にあえて、おいているという。(法人税、法人住民税 etc)

○見学は、総務の方に、車で、工場内を案内してもらう。(紙面の都合上、写真が載せられないので、絵で説明する。)



木材輸入先~

オーストラリア→ユーカリ
米・オレゴン→ダグラス

木材をアンドーラーで、工場内へ。釜でリグニンをとかし、光沢などをつけ、まきとる。(図左の煙突は、全長207m、コンクリート製、世界最大のもの) 詳しい事は紙面上、略す。

○帰る時に、ユーカリとダグラスのチップを頂く。

※ { チップ=木を細かく砕いたもの
リグニン=後出
ダグラス=松の一種



=製作編=

○紙のできる理由



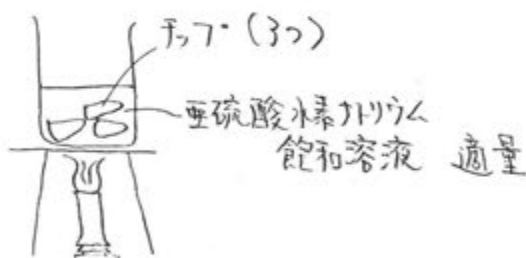
木の細胞をつないでいるリグニンを溶かし出すことによって、ばらばらの細胞(パルプ)を取りだし、パルプを交差させ、重なり合わすと、紙になる。

※リグニン〔Lignin〕=植物体の主として、中間層にあり、繊維を接着している物質(⇒中間層リグニン)。又一部は細胞膜にもあり、接着を強化している(⇒細胞膜リグニン)。リグニン自体の構造は、ハッキリしていないが、リグニンと繊維の結合は、物理的なものとされている。木材中20~30%含有。 分解点180~160℃

○パルプの種類

- 機械パルプ 機械でチップをすりつぶしただけのもの、薬品を加えていないので、リグニンは残っており、強い紙ができる。
- 化学パルプ アルカリでたいてリグニンを溶かす。
- セミケルカルパルプ 化学処理をしたもの(化学パルプ)を、すりつぶす。これが最も効率よく、現在最もよく使われている。

○実験I



図の様な装置で約2時間ほどたき続けた。

(化学パルプをつくる)

<結果>

水面に膜ができたので、すくってみたが、紙のようなものは全くできず。

=失敗=

<原因> 水温が100℃と、低すぎる。

[工夫]

1. チップをカッターでけずる。 -失敗-
2. 水温を150℃に近づけるため、ピーカ上に、サランラップをかぶせたり、シャーレをかぶらして、ピーカー内の圧力をあげようとした。 -失敗-
3. チップを細長くさいて、電動鉛筆けずりで、さらに細かくし、実験したが木には何の変化もみられなかった。 -失敗-

○なぜアルカリでたくと、リグニンが溶けるか?

~予想~

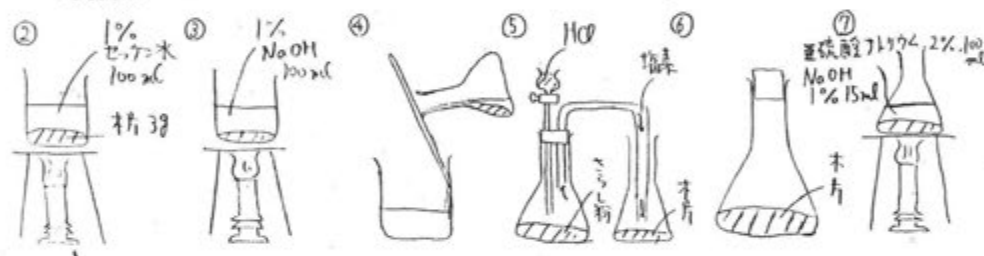
リグニンは、ベンゼンの誘導体である。(誘導体=ある化合物に小部分の構造上の変化があって、できるもの。例: $C_6H_5NO_2$ は C_6H_6 の誘導体)

又、ベンゼンは、ピクラート(picrate: 誘点 $84.3^\circ C$)の誘導体である。そしてピクラートは、アンモニアやアルカリ水溶液によって分解されるから、リグニンもアルカリで溶けるのではないか?

——しかし、この予想は、指導教官に化合物なので、性質がちがってくる。と否定されてしまった。

○その内に違う方法を入手したので、実験した。

○実験II

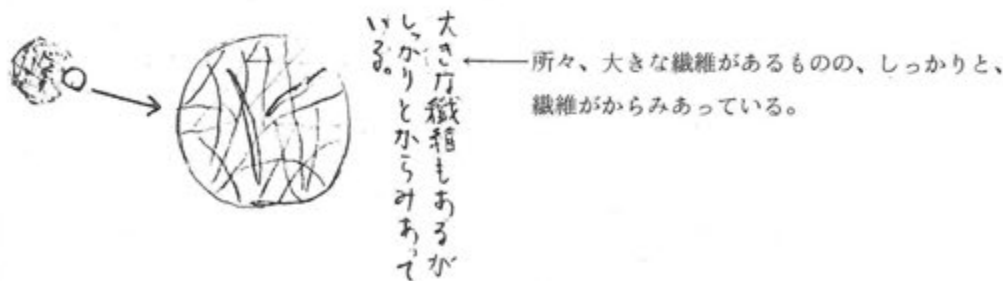


~方法~

- ① チップを細かくけずる。(電動鉛筆けずりなどで)
- ② 1%, セッケン水にて煮る。——木を洗う——
- ③ 1%, NaOH にて、煮る。——樹脂を除き、リグニンを単体にする。——
- ④ H_2O にて、何度も洗う。
- ⑤ リグニンの検出。(この段階は、抜かしてもよい)——リグニングが赤に変化——
- ⑥ ゴム栓をし、1時間放置
- ⑦ 亜硫酸ナトリウム、及びNaOHの混合試薬で煮る。
- ⑧ 新しい⑦の混合試薬で、赤色が無くなるまで何度も洗う。
- ⑨ 多量の水で洗い、ろ紙に繊維をあげる。

~結果~

成功! 洋紙ができた。

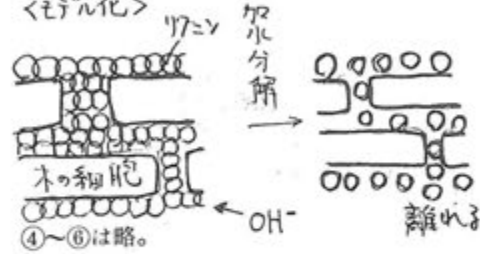


所々、大きな繊維があるものの、しっかりと、繊維がからみあっている。

～考察～

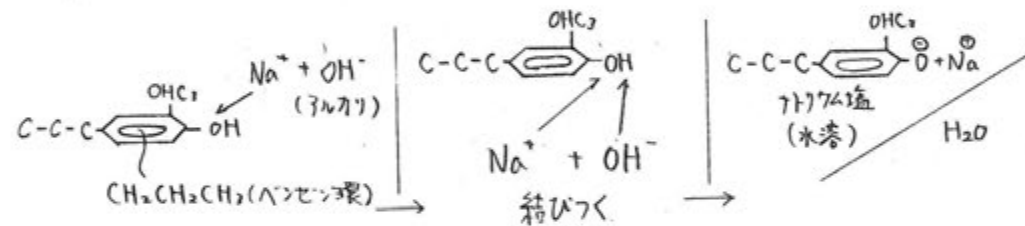
①～②までは、わかると思う。

③は、図の様に、アルカリ (NaOH) の加水分解すると共に、樹脂を取り除いている。
<モデル化>



④～⑥は略。
⑦は、この実験のポイントで、なぜ、アルカリでたけば、リグニンがとけるか? ということについて考察する。又、亜硫酸ナトリウムは、よくわからないので、NaOH について、考察する。

針葉樹のリグニンのモデル～フェニルプロパンを骨格とする網状高分子化合物～



針葉樹リグニンに、Na⁺とOH⁻が近づき、Na⁺はOと、OH⁻はHとそれぞれ結びつき、ナトリウム塩と、H₂Oをつくる。これにより、リグニンは分解される。

⑧～⑨も略

III 残された課題

- いろいろな木で紙をつくり、その性質を調べる。
- より完璧な洋紙をつくる。 etc

V 感想

8月11日に帰阪し、さあ、製作にとりかかろう、という時、まよいが心をよぎったのです。一片の木を片手に、「この木から本当に紙なんて、できるのだろうか?」「洋紙をつくるだけよりも、和紙を、いろいろな物でつくったりして、バラエティに富んだ研究をした方がよいのではないか?」などと思いました。

何時間煮ても、木は全く変化をみせず、そのおかげで、毎日毎日悩まされました。しかし、9月1日、木が三角フラスコの中で、次々と、くずれていったのです!

この時、初心を貫いてよかったと思いました。

後半、研究を進めるにつれ、高校分野の方まで入っていき、自分が化学において、いかに無知であるか、ということを知られました。しかし、結局この研究を、自分なりに理解できて、よかったと思っています。

VI 参考文献

- 化学 (大日本図書)
- 完璧理科辞典 (北沢 弥吉郎 編集、研数書院)
- 紙・パルプ業界
- 工業化学

《協力》

- 大王製紙伊予三島本社工場総務部総務課