

全学自由研究ゼミナール

身近な素材『紙』の 科学と環境

(2010年 4月～7月 火曜日16:20-17:40)

東京大学 大学院農学生命科学研究科
生物材料科学専攻 製紙科学研究室
江前敏晴・木村実・磯貝明・齋藤継之
えのまえ としはる

江前の研究分野

- 微細構造制御によるペーパーエレクトロニクスの創出
- バイオミネラリゼーションを応用した有機/無機複合体(新規顔料)の開発
- 古文書の紙の繊維配向から見た手漉き法の推定と中世の紙の分類
- 海水を利用した水害被災紙文化財の緊急処置法開発

全学自由研究ゼミナール

身近な素材『紙』の 科学と環境

ガイダンス

講義の分担 (一部変更する場合もあり)

4/13	江前	ガイダンス/紙の起源、製造技術と機能
4/20	江前	紙の物性の基礎とやさしい測り方
4/27	江前	環境にやさしい紙と古紙利用率
5/11	江前	環境教育に取り入れる紙づくり
5/18	齋藤	『紙』から先端ナノ材料への展開
5/25	木村	紙の基本的な物性
6/1	木村	紙の歴史(和紙と洋紙)
6/8	木村	紙と印刷(1)
6/15	木村	紙と印刷(2)
6/22	磯貝	セルロースの結晶構造とナノファイバー
6/29	江前	先進的な材料として紙の応用
7/6	江前	「楽しい紙の科学」実験教室のやり方
7/13	江前	文化財としての紙

ゼミの進め方

- 講義・説明(40分)
- 卓上の実験・観察(あれば20分)
- 質問・討論(20分～)
- レポート記述(5分～)

毎回レポート(100～200字程度)があります。
課題「今日のゼミで感じた“紙に対する気持ち”を自分なりに表現して下さい。」

身近な素材『紙』の科学と環境 のホームページ

<http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/enomae/mijikami2010>

連絡用メールアドレス

enomae@psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp(江前敏晴)

(レポートの提出先のアドレス)

そのままテキストとして書いてもよいし、
MS-Wordなどの添付ファイルでもよい。

参考文献

- 紙関係全般
 - 紙とパルプの科学, 山内龍男著, 京都大学出版会(2006)
 - 紙の文化事典, 尾鍋史彦総編集, 朝倉書店(2006)
 - 新しい紙の機能と工学, 門屋卓著, 裳華房(2001)
 - トコトンやさしい紙の本, 小宮英俊著, 日刊工業新聞社(2001)
 - 紙・パルプの実際知識, 王子製紙編, 東洋経済新報社(2001)
 - パルプおよび紙, 大江礼三郎他著, 文永堂(1991)
 - 紙の基礎と印刷適性—構造・物性・加工・印刷品質評価, 江前敏晴著, 江前敏晴ホームページ(2006), <http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/enomae/Paper%20Science%20seminar2/>
- 紙関連の専門分野
 - 木材の構造, 木材の化学, いずれも文永堂(1985頃)
 - セルロースの材料科学, 磯貝明著, 東京大学出版会(2001)
 - 最新紙のリサイクル100の知識, 王子製紙編, 東京書籍(1998)

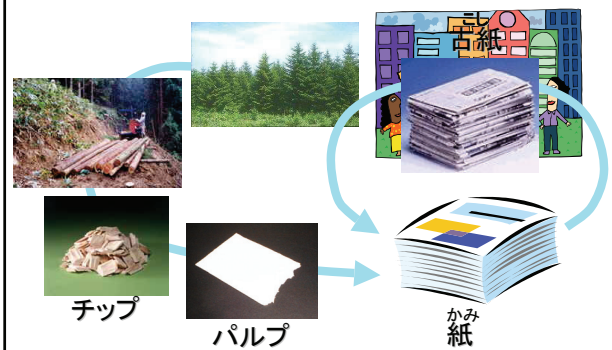
第1回 2010年4月13日

- 紙の作り方
- 紙の起源
- 製紙技術の歴史と変遷
- 紙・パルプの生産量
- さまざまな紙の機能
「紙の不思議～驚異の素材パワーに迫る～」
(アインシュタインの眼)

“紙”とは一定義

- “植物などの繊維を水に分散させて、すき上げ、薄く平らにして、乾燥させたもの”である。
- このような紙の原料となる植物繊維のことをパルプと呼び、特に木材由来の繊維のことを指す。

紙の作り方 ■「木」から作る

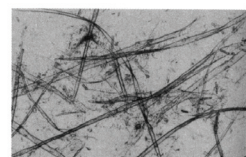
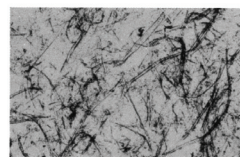
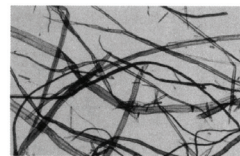


化学パルプと機械パルプ

- 化学パルプ(CP)
 - クラフトパルプ(KP)がほとんどを占める。
 - リグニンを低分子化し、カルボキシル基や水酸基を生成して可溶性にする。収率は45-55%。
 - セルロース及びヘミセルロースだけを残す。
- 機械パルプ(MP)
 - 機械的な摩砕により繊維化(繊維をばらばらに)するので収率は約95%。
 - リグニンが多く残る。
- 古紙パルプ(DIP)

化学パルプ—クラフトパルプと機械パルプ

- KPは、機械パルプに比べると、繊維に与えるダメージがはるかに少ないことがわかる。

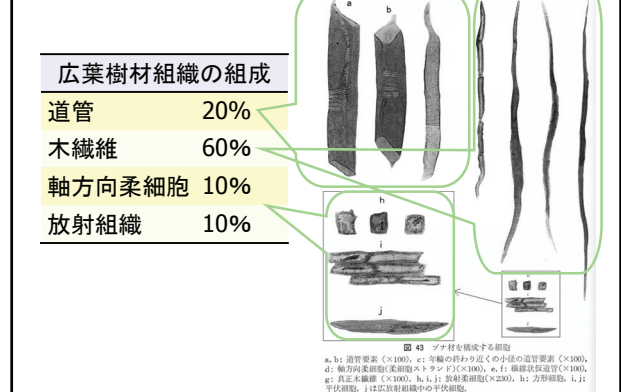


木材の成分－主要3成分の比率

化学成分	おおよその比率(%)		広葉樹材	漂白クラフトパルプ
	針葉樹	広葉樹		
セルロース	45	45	セルロース 45%	40%
ヘミセルロース	25	30	ヘミセルロース 30%	10%
リグニン	25	20	リグニン 20%	2%
その他 テルペン 樹脂酸 脂肪酸 など	2-8		その他 5%	その他 5%

クラフト法による広葉樹材(パルプ)組成の変化

木材の組織－ブナ材の細胞



一番影響を与えた人

- あるアメリカのインターネット上の投票で「現在までで自分に一番影響を与えた人」
- 第二位はイエス・キリスト。
- 第一位は蔡倫であった。
- 当然紙がなければ、出版技術も発達していないし、現在の比較的裕福な生活は保障されていなかったであろう

紙の起源

- 紙は、一説には蔡倫なる人物が紀元105年頃に発明したと言われているが、実際には製紙法の改良、製紙法の確立者である。
- 当時蔡倫が紙作りに用いたのは、麻のボロきれや、樹皮、漁網(ぎよもう)などであった。



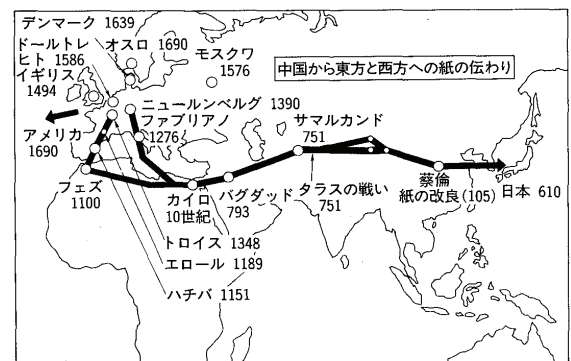
蔡倫

紙の起源

- 紀元前150年頃の世界最古の紙といわれている。
- 前漢時代の地図が書かれていた。



放馬灘(ほうばたん)紙

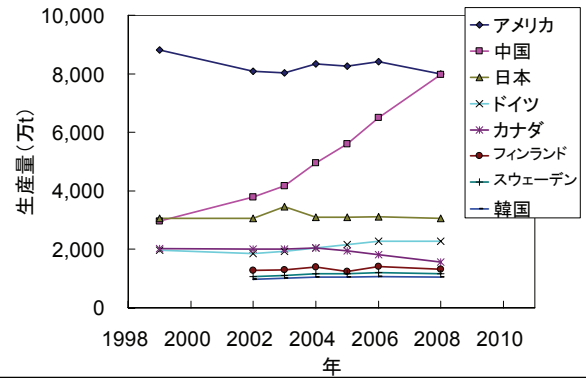


製紙法の伝播

製紙技術の変遷-原料

- 麻 (大麻・亜麻)
 - 大麻は古代より中国・日本で布や網の材料。亜麻はヨーロッパで使用された。繊維は強靱で処理に手間。
- ボロ
 - 布のリサイクル。元の原料は麻。綿は産業革命期から。綿は書写材料として紙よりも古い歴史。屑は製紙原料。
- その他韌皮繊維 (麻も韌皮繊維である)
 - コウゾ、ガンピ、ミツマタ (江戸時代から)、
- 木材
 - 大量供給が可能
- ケナフ
 - 麻の一種。森林保護のために利用が進められた。
- プラスチック
 - ユボ。ポリプロピレンの合成紙。電子ペーパーのベース？

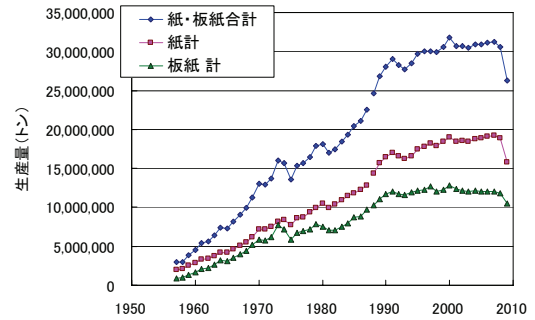
世界の紙・板紙生産量と消費量



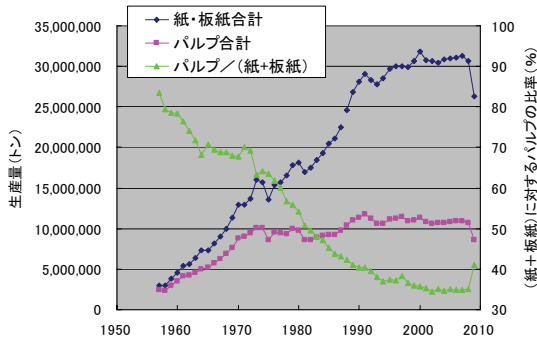
国民一人当たりの紙・板紙消費量 (2008)



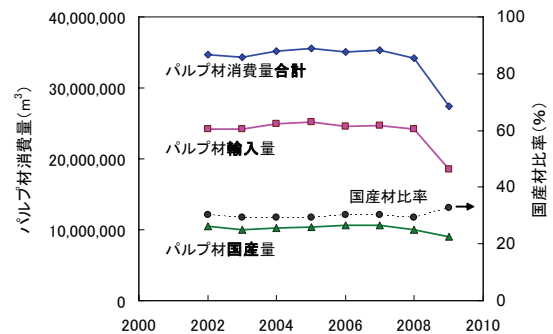
日本の紙・板紙の生産量 (製紙連合会統計からグラフ化)



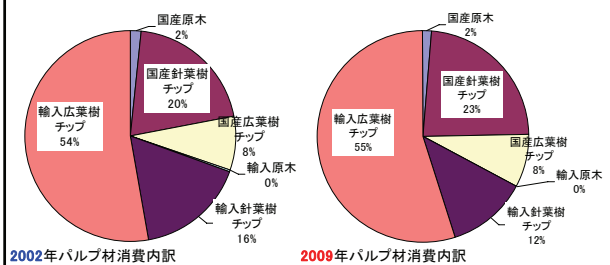
日本のパルプの生産量 (製紙連合会統計からグラフ化)



日本のパルプ材の内訳と消費量 (2002~2007年) 単位:m³



日本のパルプ材の内訳比較



さまざまな紙の機能

アインシュタインの眼

紙の不思議～驚異の素材パワーに迫る～

- どんな種類の紙があったか
- 一番印象に残った紙の使い方
- 科学的な考察についてどう思うか