

木と環境

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

えのまえ としはる

＜江前担当日＞

11月14日, 11月28日, 12月5日

この講義資料は次のURLからダウンロードできます。

<http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/enomae/lectures/Prints4Lectures.htm>

木と環境

＜江前の担当内容＞

1. 紙の製造とリサイクル（11月14日）
2. 紙と生活（11月28日）
3. 紙と環境（11月28日、12月5日）
4. 古紙配合率偽装-環境問題（12月5日）

1. 紙の製造とリサイクル

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には、麻のボロきれや、樹皮、漁網(ぎょう)などであった。



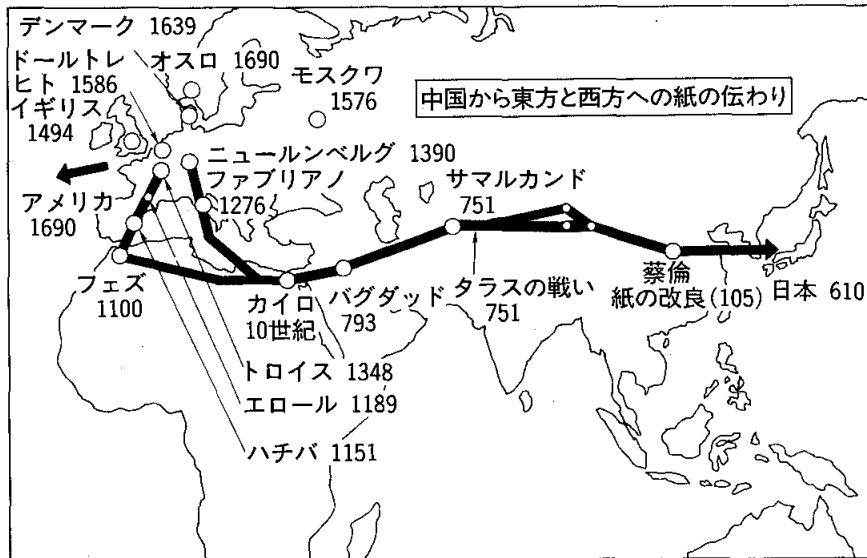
蔡倫

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

■ 靱皮繊維

- 大麻 中国・日本で布や網の材料(10 mm)
- 亜麻 西アジア～ヨーロッパ(25 mm)
- ボロ 布のリサイクル。原料は麻。
- 綿 16世紀頃イギリスがインドから輸入。ボロとして。
- ケナフ 麻の一種。森林保護のため1950年頃から。
- コウゾ、ガンピ、ミツマタ(江戸時代から)。(各10, 5, 4 mm)

■ 木材

- 針葉樹、広葉樹 大量供給が可能(各3, 1 mm)

■ プラスチック

- ユポ ポリプロピレンの合成紙。
- 有機トランジスタ 電子ペーパー



グーテンベルグ (1400年頃～1468年頃)

1445年頃に鉛合金の活字とアマニオイルを煮詰めた油性インク、ワイン絞り機にヒントを得た印刷用プレス機を発明した。



42行聖書を印刷し刊行

- 200部程度の聖書(42行聖書)を印刷し刊行した。
- 現代印刷技術の原型

紙との関係

- 紙の需要増大
- 紙の大量生産技術の発展
- 製紙原料としての木材利用開始
- 連続抄紙機の開発



過去二千年間で最も重要な発明

- 『米国の作家が、欧米の名だたる自然科学者らに「過去二千年間で最も重要な発明や発見は何か」と問いかけ、ノーベル賞受賞者を含む百人以上がインターネットの電子会議室で論争を続けている。「老眼鏡」「消しゴム」など意表を突く見解も出て、議論は当分続きそうだ。ニューヨークの作家ジョン・ブロックマン氏が主宰する電子会議室「エッジ」がその舞台。ノーベル物理学賞を受けた米フィリップ・アンダーソン博士ら**大勢が「印刷技術」を挙げた。特権階級が独占していた知識を大衆に広めた功績が評価された。**別の物理学者は「個人の感覚頼りだった時の経過を数量化した」という理由で「時計」を推す。...「地動説」や「数学」「微積分」のほか、「民主主義」「宗教」も有力だ。』
(朝日新聞1999年2月4日付け朝刊)

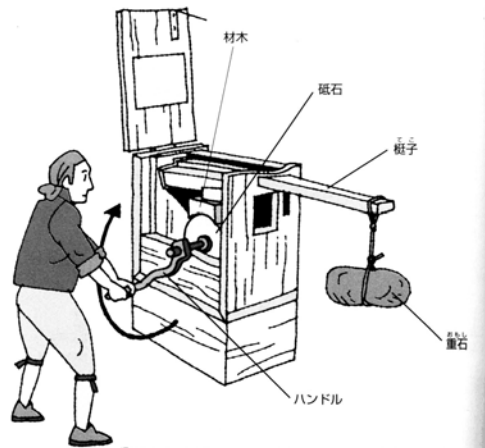
近代製紙産業技術史

1670	ホランダースピーターの発明〔オランダ〕
1719	レオミュールはスズメバチの巣を見て 木材から紙 ができるはずと学会に提案〔フランス〕
1798	ルイ・ロベールが 長網抄紙機 を発明〔フランス〕
1844	ケラーが 碎木パルプ を発明〔ドイツ〕
1851	ワットとバルガスは 木材を原料としたソーダパルプ を発明
1852	フェルターが 碎木機 を実用化〔ドイツ〕
1856	ハーレイは初めて 段ボール の特許を取得〔イギリス〕
1856	ティルマンが 亜硫酸パルプ (Ca法)を発明〔アメリカ〕
1884	ダールが クラフトパルプ を発明〔ドイツ〕
1950	広葉樹材のパルプ化 始まる〔日本〕
1968	サーモメカニカルパルプ (TMP)を開発〔スウェーデン〕
1977	キノン添加パルプ蒸解法 の発明〔日本〕

機械パルプー碎木パルプ

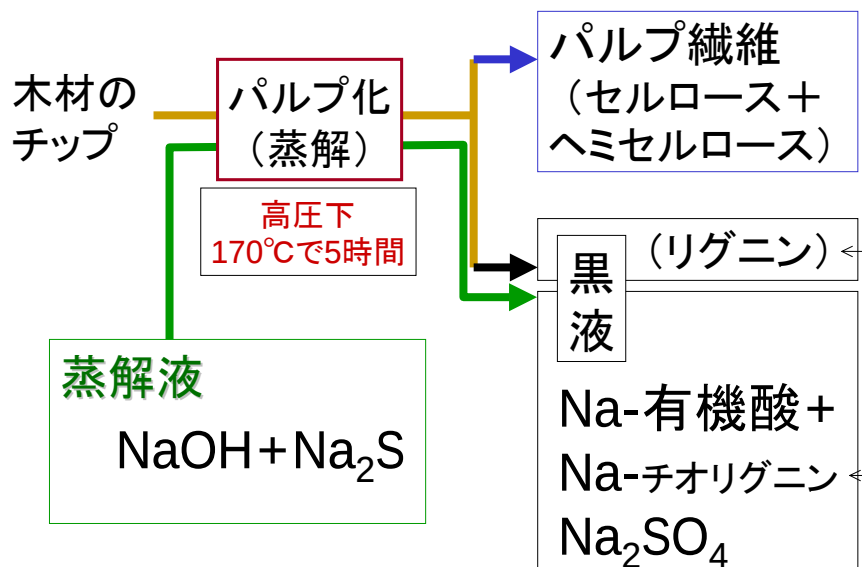
- 碎木(さいぼく)パルプ＝
GP or SGW ([Stone] Groundwood Pulp)

1845年、ドイツのケラーが
作った最初のグラインダー



(Deutsches Papiermuseum : Pflanzen als Rohstoffe des Papiers, 201)

化学パルプークラフトパルプ



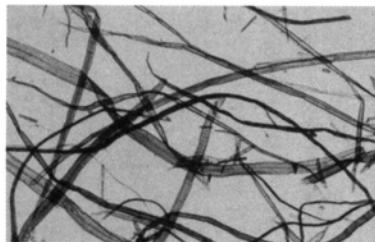
クラフトパルプ

■ 薬品とエネルギー回収

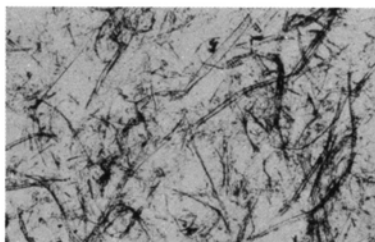


化学パルプークラフトパルプと機械パルプ

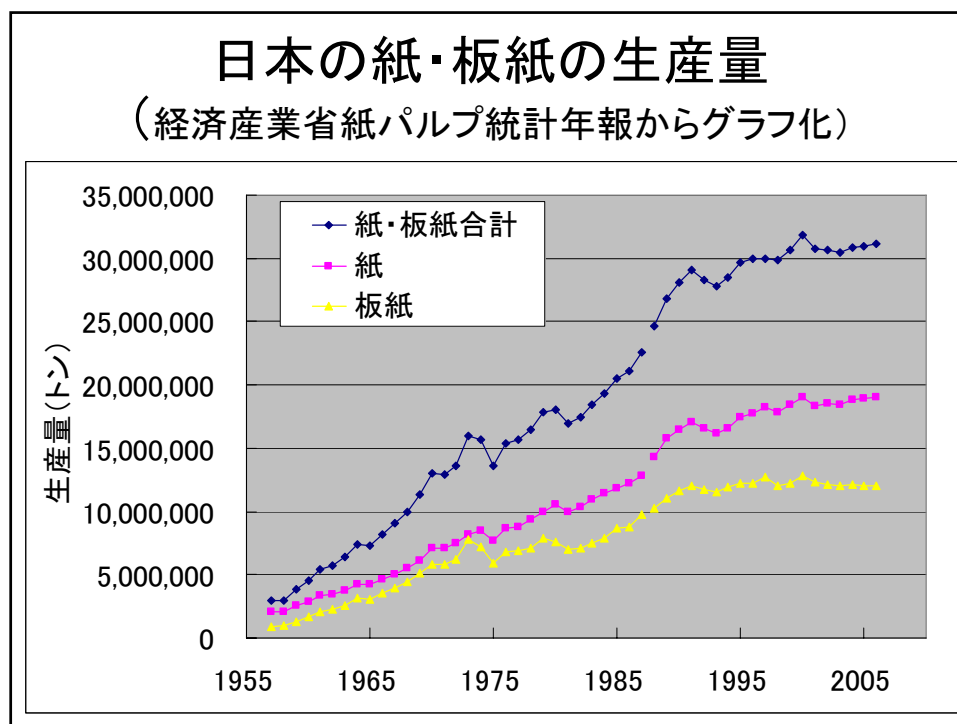
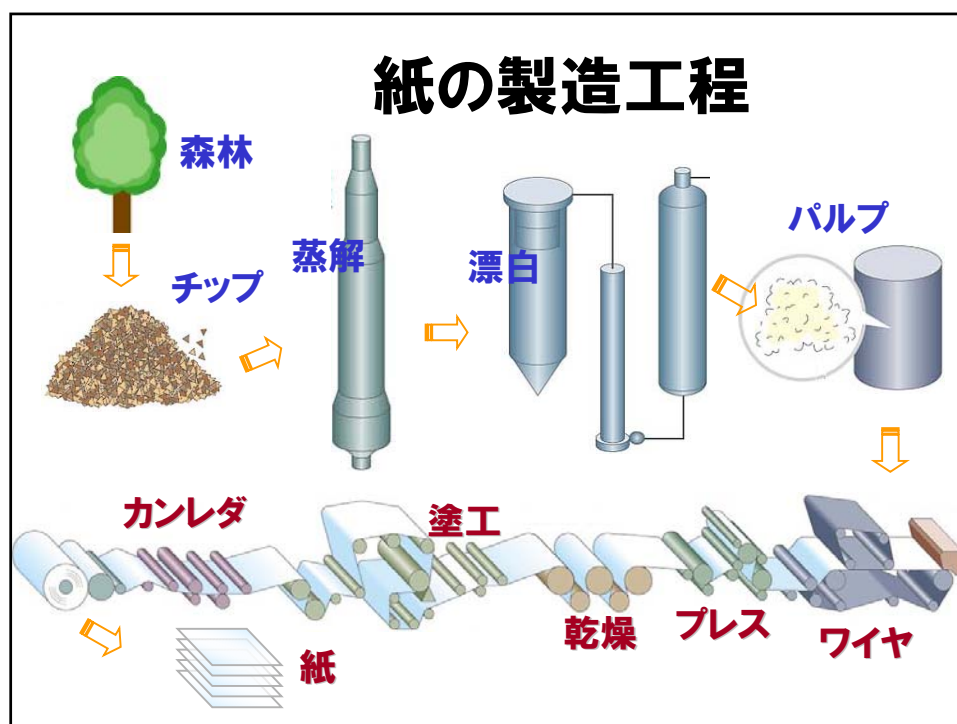
- KPIは、機械パルプに比べると、繊維に与えるダメージがはるかに少ないことがわかる。



針葉樹晒 クラフトパルプ

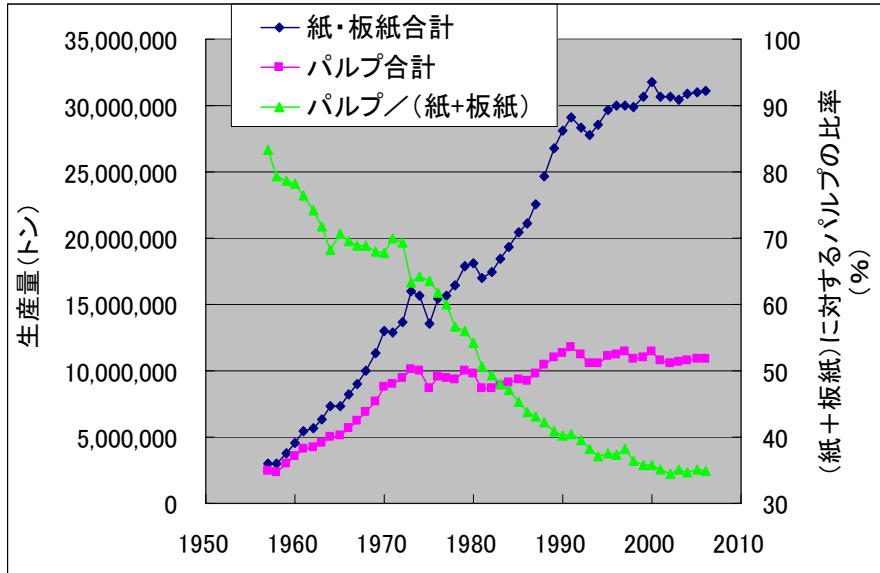


機械パルプGP

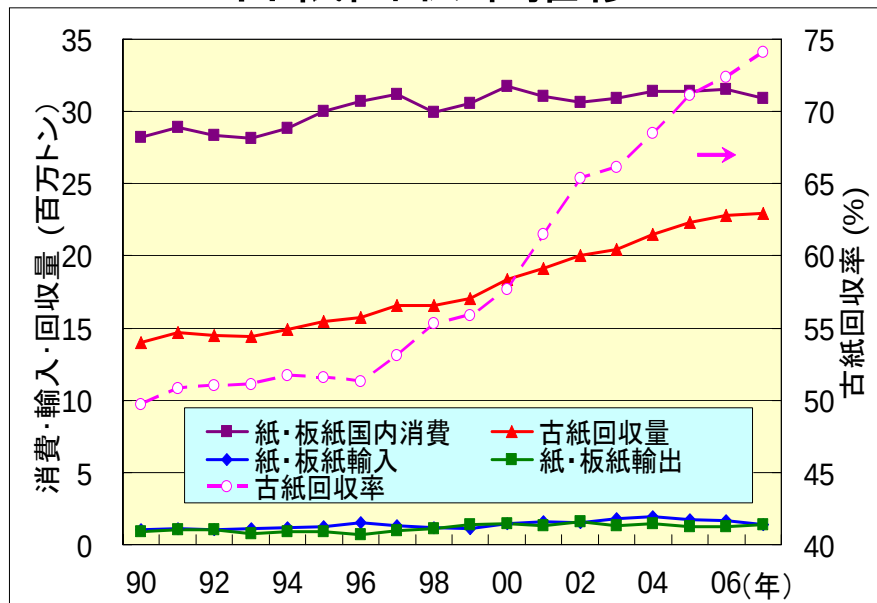


日本のパルプの生産量

(経済産業省紙パルプ統計年報からグラフ化)



古紙回収率推移



古紙回収率と古紙回収率

古紙回収率(%)=

古紙国内回収量(メーカー入荷+輸出-輸入)

紙・板紙国内消費量(メーカー払出-輸出+輸入)

× 100

紙の流通

古紙利用率(%) =

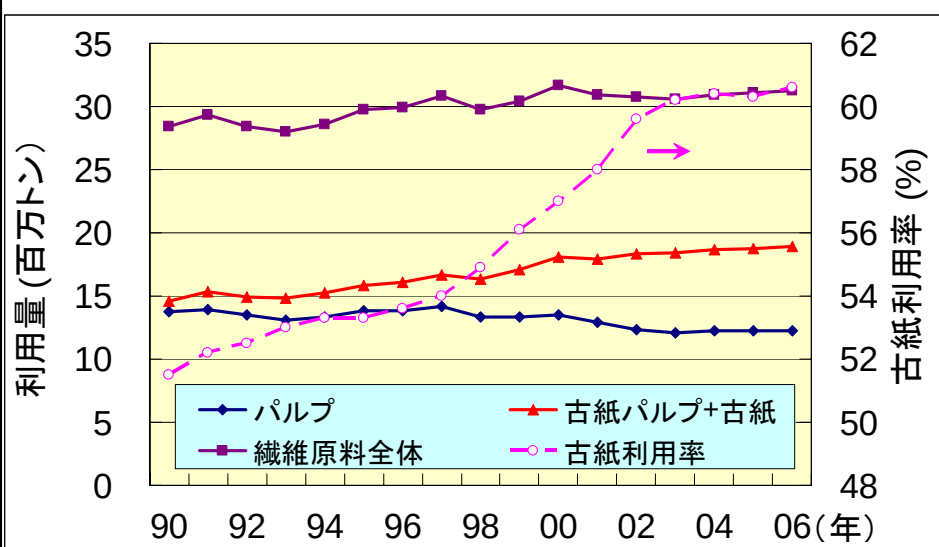
古紙消費量+古紙パルプ消費量

繊維原料合計消費量(パルプ+古紙+古紙パルプ+その他)

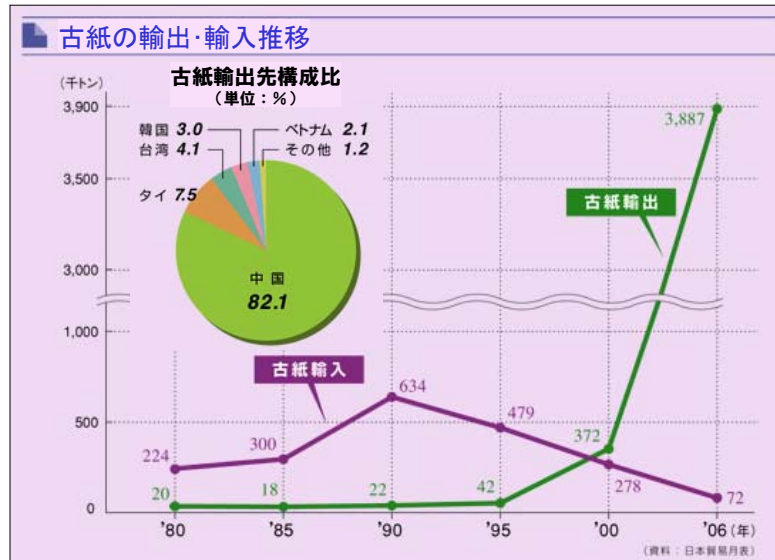
× 100

紙の製造

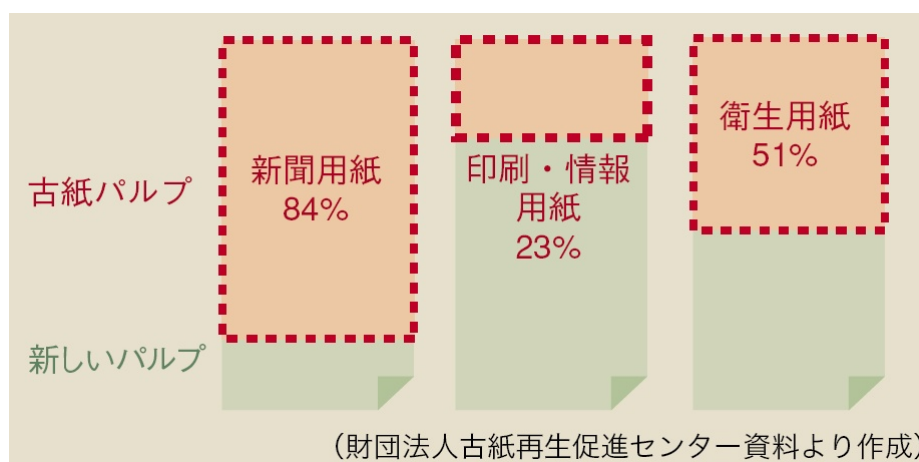
古紙利用率推移



古紙利用率推移



紙の主要品種別古紙投入率 (2004年)



循環型社会の実現

- 循環型社会形成推進基本法（2000年6月）
- リサイクルと廃棄物に関する基本的な枠組み
- 循環型の新しいリサイクル社会の構築をめざす「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（容器包装リサイクル法）」が制定されました。家庭から一般廃棄物として排出される容器包装廃棄物のリサイクルシステムを確立するため、「消費者が分別排出」し、「市町村が分別収集」し、「事業者が再商品化（リサイクル）」するという各々の役割分担を規定するものであり

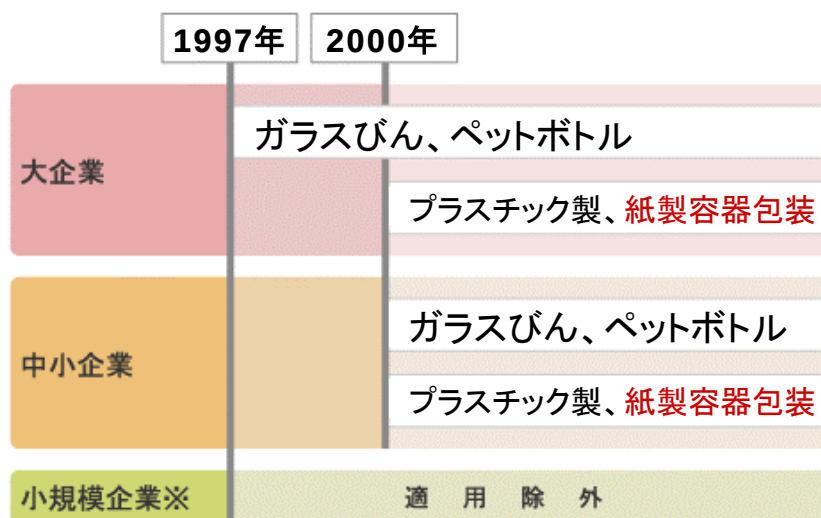
古紙利用の義務付け

- 容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（容器包装リサイクル法）
- 容器包装（ガラス製容器、ペットボトルなど）の製造事業者などへの、リサイクルの義務付け

容器包装リサイクル法

- 「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律」が制定された。
- 家庭から一般廃棄物として排出される容器包装廃棄物のリサイクルシステムを確立するため、「消費者が分別排出」し、「市町村が分別収集」し、「事業者が再商品化(リサイクル)」するという各々の役割分担を規定する。

容器包装リサイクル法



容器包装リサイクル法



- 容器包装リサイクル法とは？
- 紙製容器包装のリサイクルの流れは？

木と環境

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

えのまえ としはる

＜江前担当日＞

11月14日, 11月28日, 12月5日

この講義資料は次のURLからダウンロードできます。

<http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/enomae/lectures/Prints4Lectures.htm>

容器包装リサイクル法 - 分別回収①

統計分類	No./主要銘柄	内容
上白カード	1 上白	製本・印刷工場、断裁所等より発生する印刷のない白色上質紙の截落及び損紙
	2 クリーム上白	製本・印刷工場、断裁所等より発生する印刷のないクリーム色上質紙の截落及び損紙
	3 雲白	製本・印刷工場、断裁所等より発生する白色又はクリーム色上質紙の青雲・トンボのある截落及び損紙
	4 カード	電子計算機等による使用済カード類
特 白 中 白 白マニラ	5 特白	製本・印刷工場、新聞社等より発生する印刷のない中質紙の截落及び損紙
	6 中白	製本・印刷工場、新聞社等より発生する印刷のない更質紙の截落及び損紙
	7 白マニラ	紙器工場等より発生する着色及び印刷のないマニラボールの截落及び打抜き
模 造 色 上 (アート 古紙を含 む)	8 模造	墨印刷のある上質紙
	9 色上	色刷りのある上質紙でアート紙も含む
	10 ケント	製本・印刷工場等より発生する一部色刷りのある上質及びアート紙の截落
	11 白アート	製本・印刷工場等より発生する印刷のないアート紙の截落及び損紙
	12 飲料用バック	家庭等より発生する飲料用紙バック並びに紙バックの印刷・加工段階で発生する截落及び損紙(アルミ付き紙バックを除く)
	13 オフィスペーパー	オフィスより発生する紙及び紙製品で、主として製本していないバラの墨印刷・色刷りのある印刷物、使用済みのコピー用紙を含んでいるもの
家庭・オフィスで日常的に発生する古紙		家庭・オフィスで発生するが量の少ない古紙

容器包装リサイクル法 - 分別回収②

切 付 中更反古	14 特上切	製本・印刷工場等より発生する色刷りのある中質紙の截落
	15 別上切 (マンガサイラ)	製本・印刷工場等より発生する色刷りのある更質紙の截落
	16 中質反古	製本・印刷工場等より発生する印刷・色刷りのある中質紙の損紙
	17 ケントマニラ	紙器工場等より発生する印刷・色刷りのあるマニラボールの截落及び打抜き
新 聞	18 新聞	家庭、会社及び官公庁等より発生する新聞及び残紙
雑 誌	19 雑誌	家庭、会社及び官公庁等より発生する雑誌、書籍及び返本・残本(印刷冊子を含む)
	20 雑がみ	家庭より発生する紙・板紙及びその製品で、新聞・雑誌・段ボール・飲料用バック以外の区分で回収されたもの
茶模造紙 (洋段を 含む)	21 切茶	製袋工場等より発生する印刷・色刷りのない製袋及び封筒のクラフト紙の截落
	22 無地茶	製袋工場等より発生する印刷・色刷りのないクラフト紙の損紙
	23 雑袋	セメント、薬品、肥料、食品等のクラフト紙の空袋
	24 クラフト段ボール	回収されたクラフト段ボール(主に輸入品)
段ボール	25 段ボール	段ボール・紙器工場、市中等より発生する段ボール
台 紙 地 券 ボ ー ル 込 新	26 ワンブ	新聞用紙、その他紙の包装紙で使用済のもの
	27 上台紙	紙器工場等より発生する白板紙の截落及び打抜き
	28 台紙	紙器工場等より発生するチップボール、色ボール等の截落及び打抜き
	29 ボール	市中等より発生する白ボール、チップボール、色ボール等の古箱及びそれに類似したもの

紙のリサイクルの流れ



古紙を分別回収する



古紙を品種別にプレスし製紙工場へ

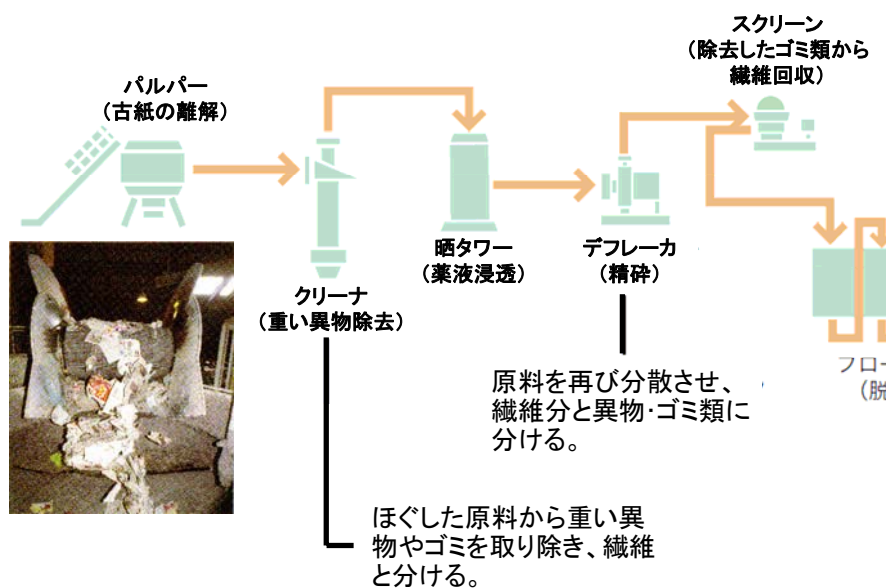


新しい紙に生まれかわる

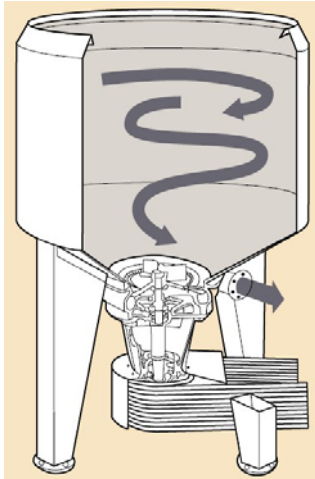


古紙から紙をつくる

古紙から紙へのリサイクル工程(1)

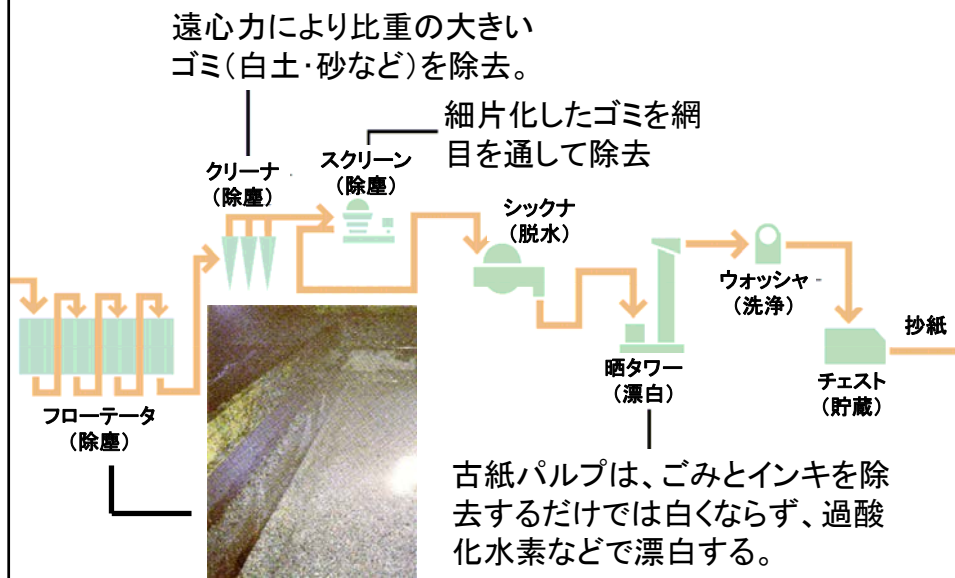


古紙から紙へのリサイクル工程(1)

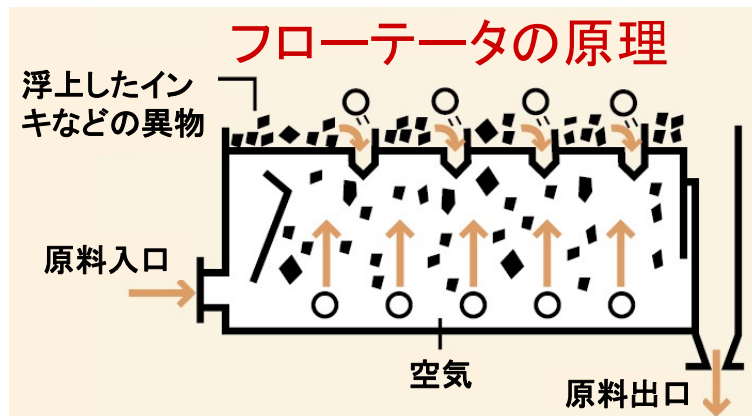


- 巨大なミキサー状の機械(パルパー)に古紙とアルカリ水等を投入し、古紙をおかゆ状にほぐす。ほぐした原料は、機械底部の多孔板から次の工程へ移動する。

古紙から紙へのリサイクル工程(2)



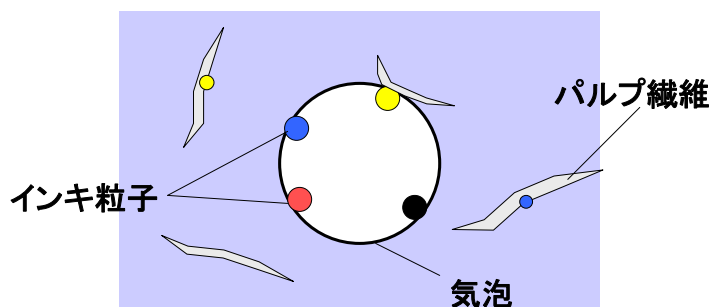
古紙から紙へのリサイクル工程(2)



- 晒タワの薬液によって繊維から剥がされたインキを除去する工程。装置の下部から空気を送り込み、インキを洗剤の泡と一緒に浮かせて除去する。繊維は親水性なので下に沈み、インキと分けられる。

古紙から紙へのリサイクル工程(2)

フローテーション法(泡沫浮遊選鉱法)



- 粉碎されたインキ粒子を含むパルプ繊維懸濁液に、界面活性剤を添加し、その後細かい多数の気泡を吹き込んで、その気泡表面に疎水性のインキ粒子を付着させ、浮上させて分離除去する方法。

レポート(12/5(金)課題)

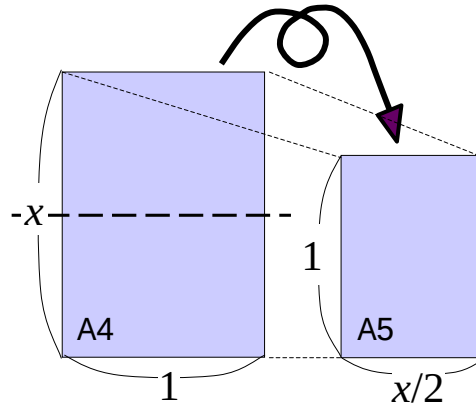
- 「古紙のリサイクルについて考えること」
- 150字以上(500字まで)
 - そのままテキストで書く。
 - 画像なども可。添付で送れるファイルサイズ(約2Mbまで)にする。
- 送り先
 - 江前敏晴<enomae@psL.fp.a.u-tokyo.ac.jp>
- 締切 2008年12月12日(金)

2. 紙と生活

紙の寸法

■ 紙の規格サイズ

- A4, B5等の紙のサイズはISO規格で規定
- この規格サイズでは半分に切っても縦横比が同じ。つまり、A4サイズの紙を半分に切ってA5にしたとき90度回転させると、相似形
- A0サイズは面積が1 m²で、B0は1.5 m²



Q A4サイズの縦横の長さ(cm)を求めよ。

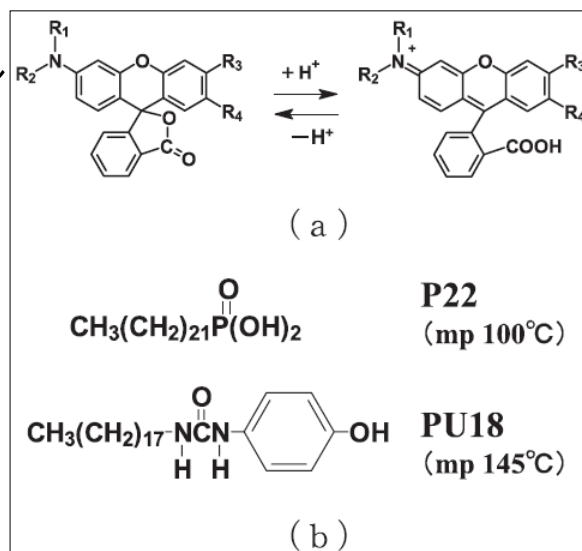
感熱紙

■ ロイコ染料 (a)

- 酸性下でカルボキシル化すると発色

■ 顕色剤 (b)

- 酸性化合物
- 結晶化するとロイコ染料と離れる



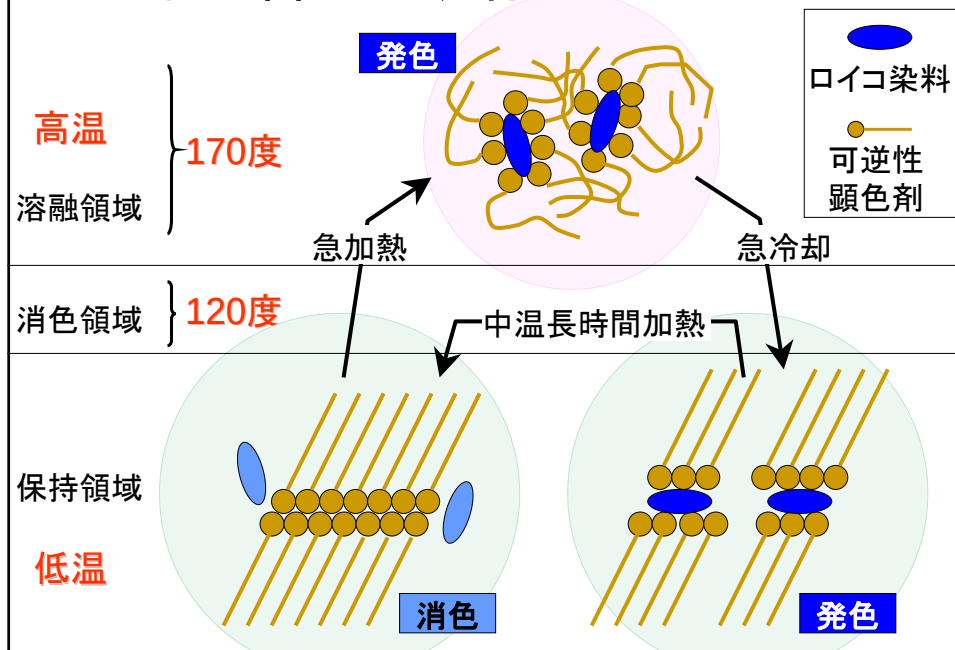
リライタブルペーパー

- サーマリライト
 - 何度でも書いたり消したできる紙

サーモライトのカード

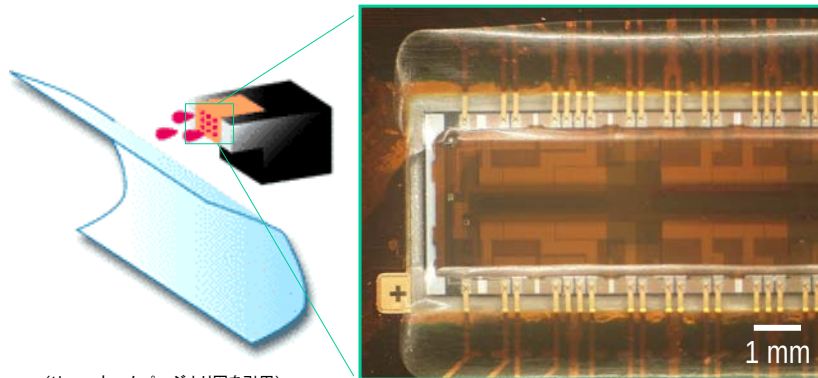


なぜ書いたり消したできる？

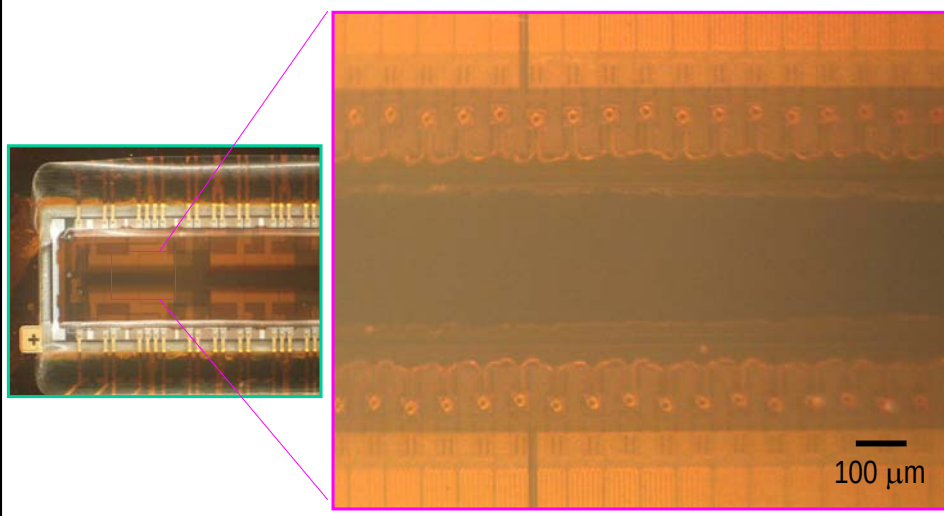


インクジェット印刷とは

- インクの微細な粒子を紙に吹き付けることによって行う印刷の方法

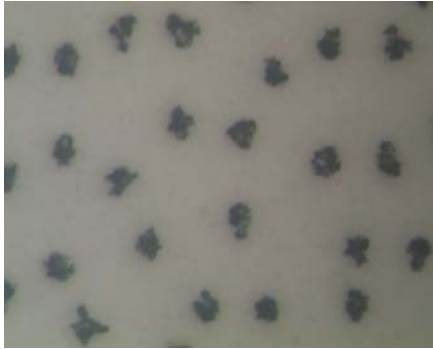


インクジェットヘッドの構造 ノズルの拡大図

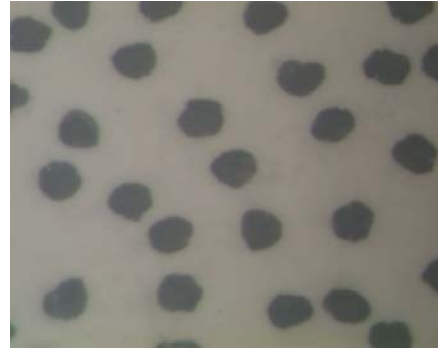


ドット形状の比較

インクジェット紙とオフセット印刷用塗工紙の違い



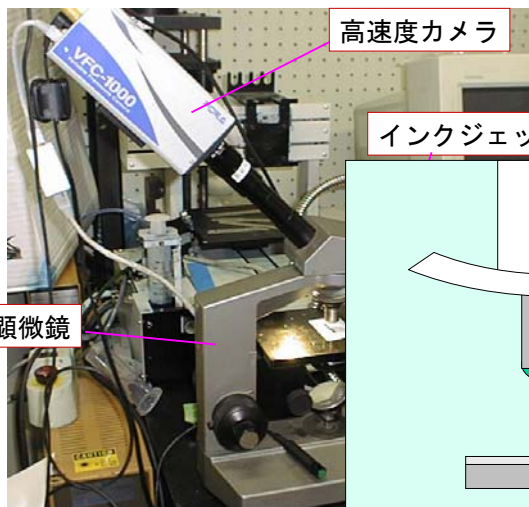
インクジェット紙



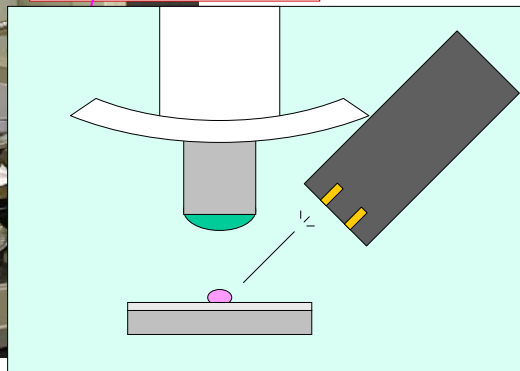
オフセット印刷用塗工紙

インク滴の着地と浸透

高速度ビデオカメラ＋光学顕微鏡

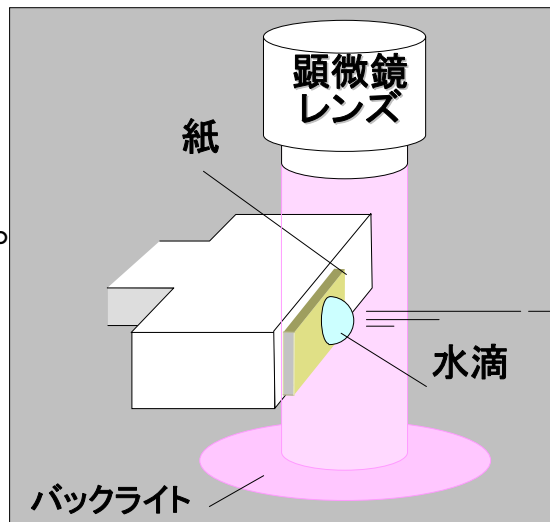


インクジェットヘッド



実験

高速度ビデオ
撮影システムに
より、微小水滴
の側面投影形
状を画像化した。



実験 高速度ビデオ画像

試料: **QP** (写真画質紙)

10 μm

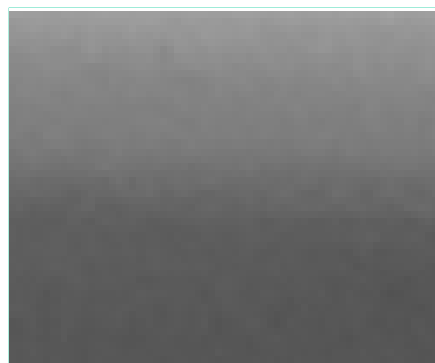
- 以下の形状パラメータの時間変化を計算した。

V: 体積

R: 接触円の半径

θ : 接触角

H: 高さ



10 ms

実験 水滴の解析

各フレームの画像に対し、

10 μm

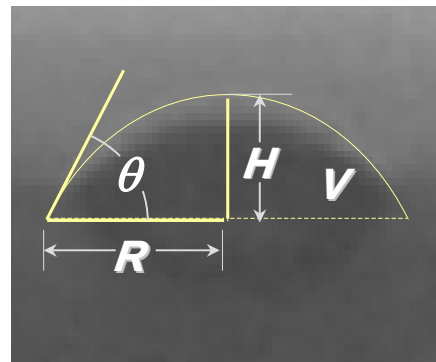
- 以下の形状パラメータの時間変化を計算した。

V : 体積

R : 接触円の半径

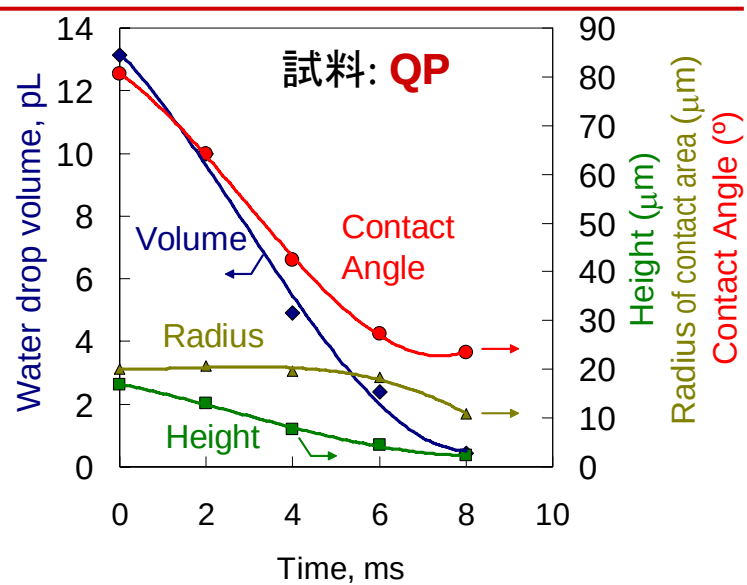
θ : 接触角

H : 高さ

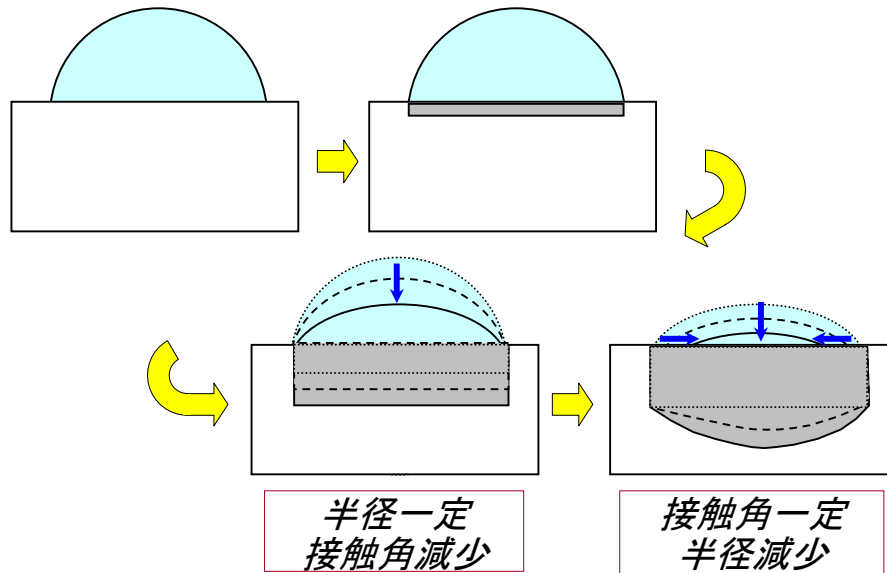


2 ms

結果 水滴の形状パラメータ変化



結果 水滴吸収過程の模式図



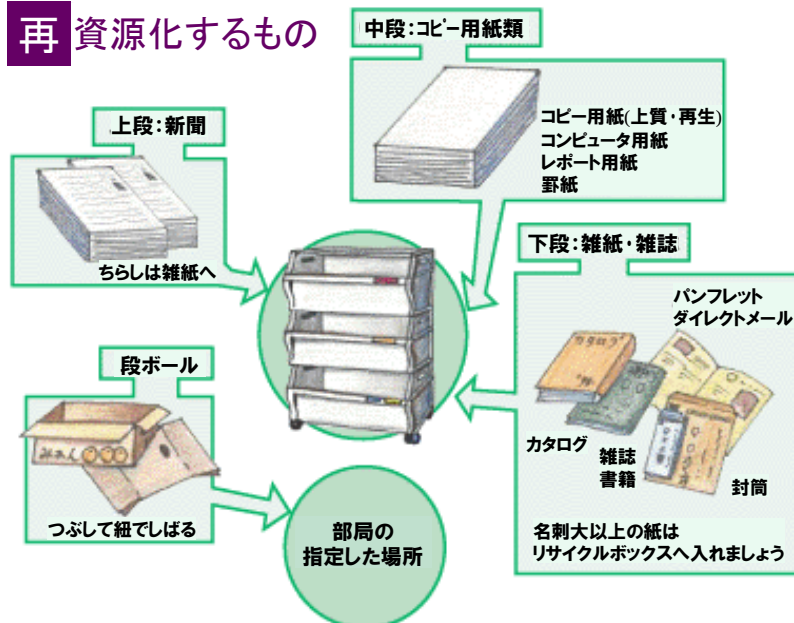
古紙の分別

- 新聞紙(チラシ込み)
- 雑がみ(上質紙、雑誌など)
- 段ボール



東京大学(本郷キャンパス)での古紙の分別

再資源化するもの



リサイクルの禁忌品

- 裏カーボン複写紙、感熱紙、写真、合成紙、捺染紙(アイロンプリント)、ノーカーボン紙



- プラスチック、ビニール袋、金具、クリップ、ガラス、セロハン、布、粘着テープ、フィルム



リサイクル対応材料(1)

- 従来型ホットメルト接着剤の問題点

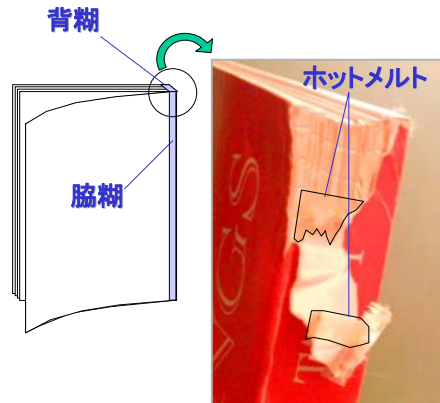
リサイクル工程で細劣化しスクリーンを通過して再生紙の斑点になる。断裁した「背」を板紙向け製紙原料に(逆有償)

- 難細裂化ホットメルト接着剤

細裂化しにくいリサイクル対応型の接着剤に改質

- 使用量

2004年で使用率が55%



ホットメルト接着剤とは… 常温では固体で、加熱することにより融解し、冷却により固化接着する接着剤

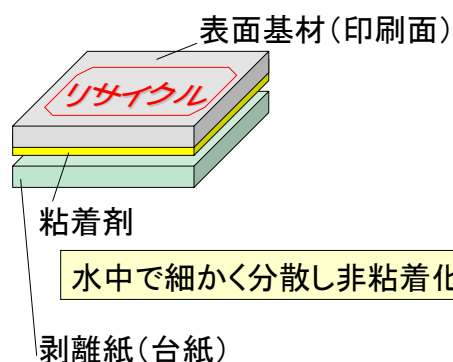
リサイクル対応材料(2)

- シール(粘着紙)の問題点

粘着剤が細かく分散せず、粘着性のある塊として紙に残る。剥離紙は、ポリエチレンがラミネートされ離解できない。雑誌等の折り込みシールを除去

- リサイクル対応型シール(全離解可能粘着紙)

雑誌からシールを除去することなくそのままリサイクル可能



ポリエチレンラミネートせず、クレーコート紙やグラシン紙を使用しているため、製紙原料として利用可能です。

リサイクル対応材料(3-1)

■ UVインキの問題点

強固なインキ皮膜を保ち、リサイクルで細かく分離・分散しない

■ ハイブリッドUVインキ

皮膜が柔らかく、フローテーション工程でインキの除去が容易、

①UV完全硬化型と、②UV酸化重合併用型がある。

UVインキとは…紫外線で瞬間的に硬化するインキで、VOC(揮発性有機化合物)成分をもたない。



油性インキ

ハイブリッドUVインキ

従来型UVインキ

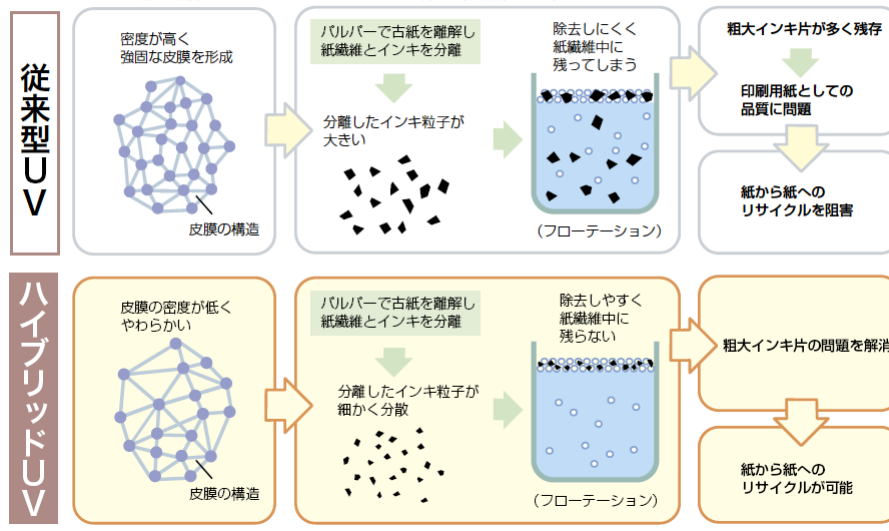
リサイクル対応材料(3-2)

■ ハイブリッドUVインキの除去しやすさ

古紙(印刷物)の状態における
インキ皮膜の特性

古紙リサイクル工程における
インキ除去(脱墨)への影響

製品への影響



古紙リサイクル適性ランクリスト(案)

■ 印刷会社・製本会社へのアンケート - B, C, Dランクから選択

古紙リサイクル適性ランクリスト(案)

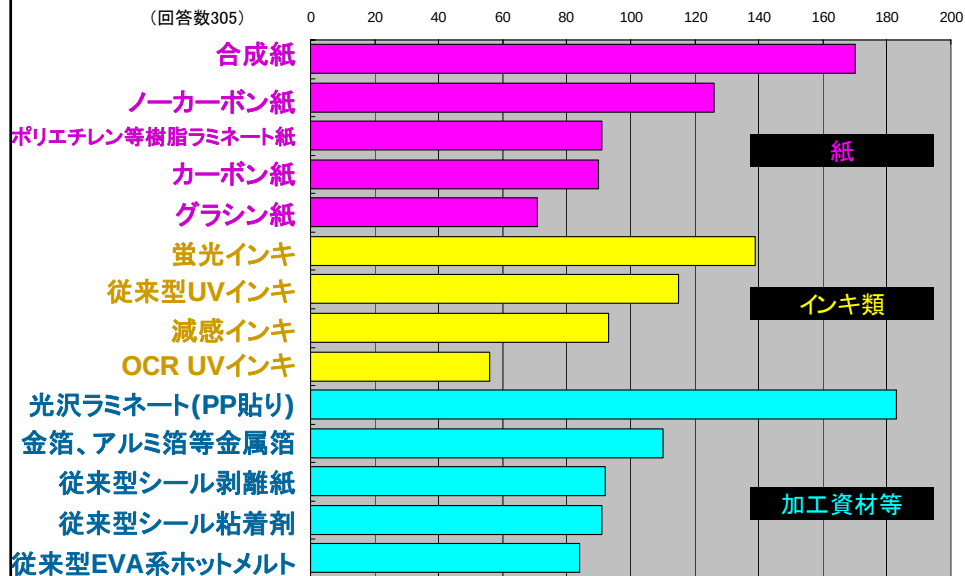
*本リストに掲載されていないものは、古紙リサイクル適性について判断を行っていないものです。

*製紙業界の古紙パルプ製造技術における阻害要因除去技術の向上、新規資材の開発等による変化が認められる場合は、随時本リストを見直します。

ランク	Aランク	Bランク	Cランク	Dランク
適性(紙向け)	適性あり	適性なし	適性なし	適性なし
適性(振紙向け)	適性あり	適性あり	適性なし	適性なし
紙	アート紙 コート紙 上質紙 中質紙 更紙	色紙(青、その他色の薄いもの) ポリエチレン等樹脂コーティング紙 ポリエチレン等樹脂ラミネート紙 グラシンペーパー インディアペーパー	色紙(赤、緑、その他色の濃いもの) 樹脂含浸紙(水溶性のものを除く) 硫酸紙、ターポリン紙 ロウ紙、セロハン、合成紙 カーボン紙、ノーカーボン紙 感光紙、芳香紙	捺染紙、昇華転写紙 感光性発泡紙
インキ類	凸版インキ(全般) 平版インキ(全般) グラビアインキ(溶剤型) フレキソインキ(溶剤型) スクリーンインキ(全般) ハイブリッドUVインキ オフセット用金・銀インキ パールインキ、OCRインキ(油性) OPニス	グラビアインキ(水性) フレキソインキ(水性) UVインキ グラビア用金・銀インキ EBインキ 蛍光インキ OCRインキ(UV)	芳香インキ 感光インキ 減感インキ	昇華性インキ 発泡インキ
加工資材	製本用針金、ホッチキス等 難細裂化EVA系ホットメルト PUR系ホットメルト 水溶性のり 光沢コート(ニス引き、プレスコート) リサイクル対応型シール粘着剤 リサイクル対応型シール剥離紙	製本用糸 EVA系ホットメルト 光沢ラミネート(PP貼り、OPP) UVコート、UVラミネート シール粘着剤 シール剥離紙	金属蒸着 金箔、アルミ箔等金属箔 クロス貼り 立体印刷物(レンチキュレーション使用)	
その他			石、ガラス 金物(製本用ホッチキス、針金等除く) 土砂、木片、プラスチック類 布類、建材(石こうボード等) 不織布、粘着テープ 芳香付製品(芳香剤、香水、口紅等)	

リサイクル阻害可能性のある資材

■ 印刷会社・製本会社からの回答(回答数305/複数回答可)



木と環境

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

えのまえ としはる

＜江前担当日＞

11月14日, 11月28日, 12月5日

この講義資料は次のURLからダウンロードできます。

<http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/enomae/lectures/Prints4Lectures.htm>

3. 紙と環境問題

年賀はがきも"偽装"！？ 日本 製紙、古紙配合率下げる

- 環境配慮のために、古紙を40%使うとしていた年賀はがきの「再生紙はがき」向けの用紙を納入した製紙大手の日本製紙が、古紙を1～5%しか配合していなかったことが9日、分かった。経済産業省は、日本製紙に事実関係の報告を求めた。関係者によると、日本郵政傘下の郵便事業会社が、再生紙はがきを製造した印刷会社と40%の古紙を使うことで契約。印刷会社は、この仕様で複数の製紙会社に用紙を発注した。このうち日本製紙が、古紙の配合率が高いと紙のきめが粗くなるなど品質面に問題が生じるため、配合率を無断で下げたとみられる。

- MSN産経ニュース（2008.1.9 22:10） -

「エコ」でだます罪深さ

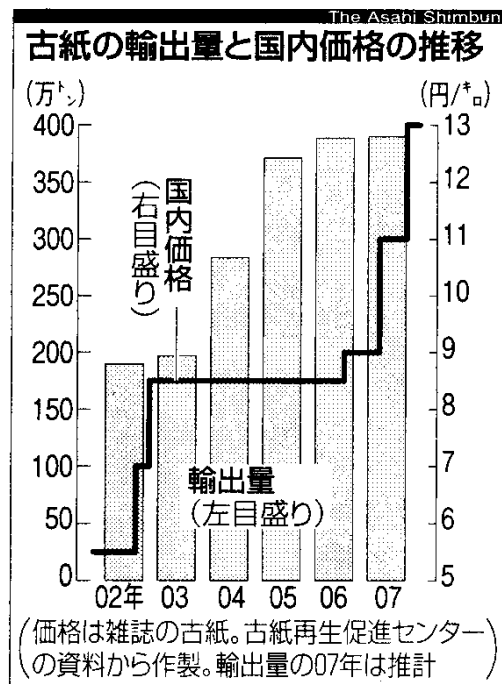
- 朝日新聞社説（2008.1.20） -

- 年賀はがき、実は配合率ゼロのものも。7%の100%再生紙コピー用紙も。
- 環境に配慮したい人々の善意を踏みにじった。
- 損紙を「古紙」として扱えると見込んでいた。
- 配合率を検証しにくいと、嘘をつくことが常態に。
- 配合率が高くても高品質の紙が作れるかのように売り込む
- 中国への古紙輸出拡大で、良質古紙が減少。
- 求める品質によっては、薬品・燃料をたくさん使い、配合率を高めるほど環境によいとは言えない。
- 製紙会社が古紙利用の実情を正直に伝える。

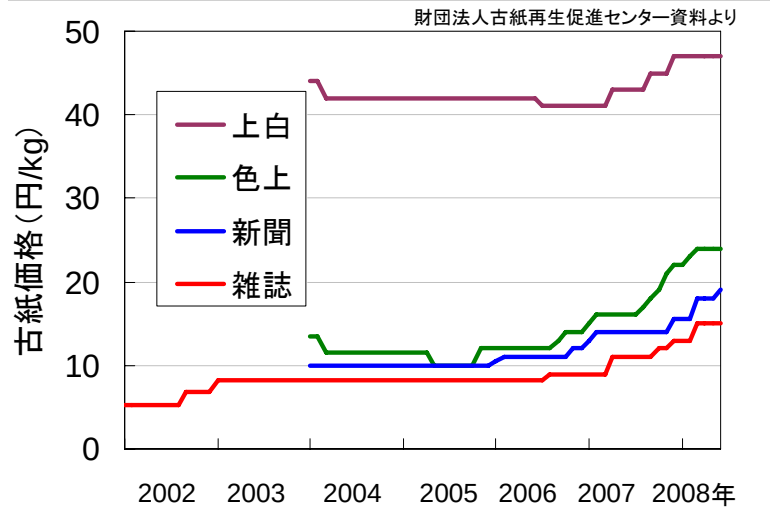
問題の分析

- 社会的背景
 - 品質への要求
 - 法的規制 - 配合率への要求
 - 古紙不足-コスト 次スライド
- 技術的な問題
 - 配合率の分析方法
 - LCA(環境負荷の評価)
 - 操業性の低下
 - 強度等品質の低下

古紙の輸出量と国内価格



古紙価格推移(～2008年6月)



【2007年】広葉樹漂白クラフトパルプ 68円/kg

洋紙(A2塗工紙)価格 127円/kg

紙のLCA(ライフサイクルアセスメント)

木を植えるときから使い終わった紙が廃棄されるまでの、原材料・エネルギー・出される二酸化炭素・廃棄物の量を計算し環境に及ぼす影響を評価

紙のLCA(ライフサイクルアセスメント)

機能単位:

紙1,000kg当たりの数値

システムの境界:

植林→パルプの製造→紙の
製造→廃棄

紙のライフサイクルアセスメント

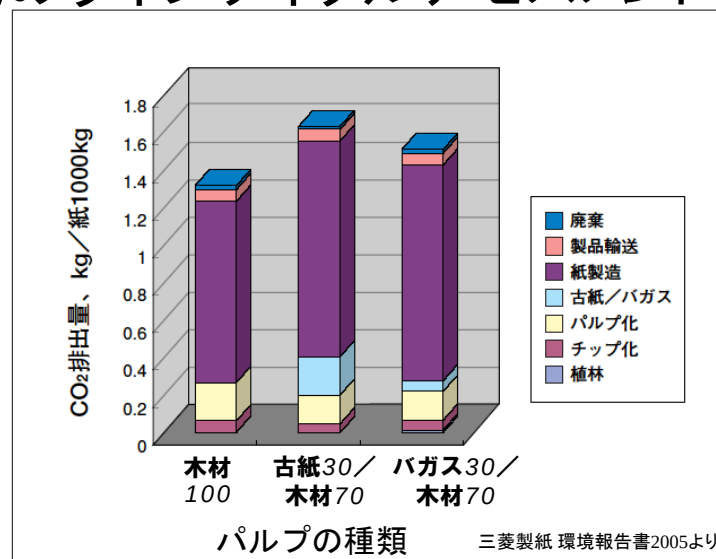


図1：パルプの種類と化石燃料由来の二酸化炭素排出量

紙のライフサイクルアセスメント2(a)

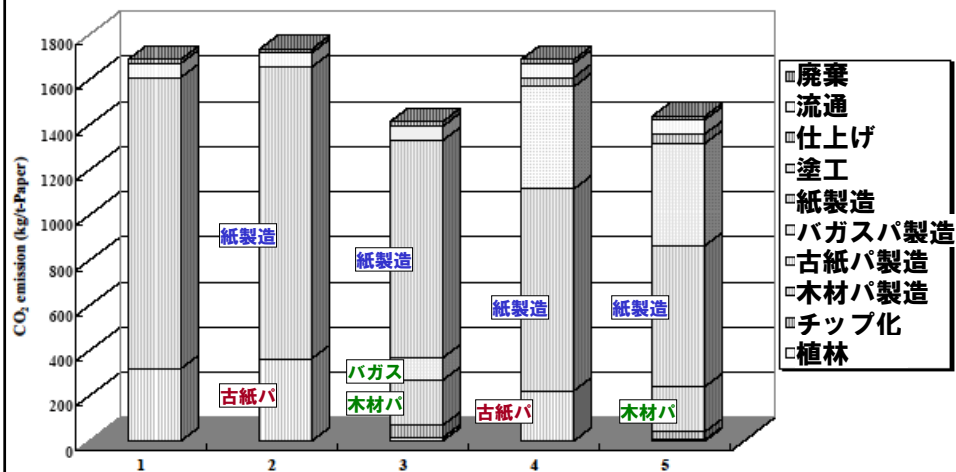


Fig.1 CO₂ emissions caused by fossil fuel consumption for life cycle of papers used for environmental reports.

中澤ら, 環境報告書のLCA, 2001頃

紙の製造に黒液燃焼エネルギーを使うかどうか: 木材パルプでは黒液Eをパルプ化の一部に使い残りを紙製造にも使うと考える。

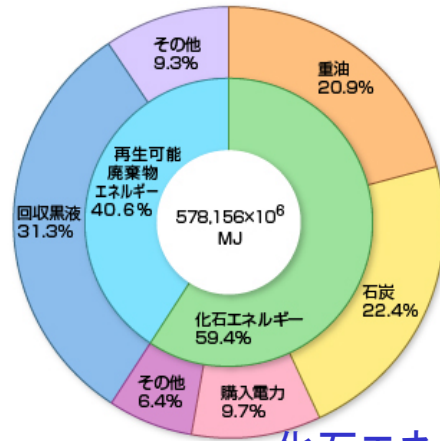
紙のライフサイクルアセスメント2(b)

紙#	1	2	3	4	5
塗工の有無	非塗工	非塗工	非塗工	塗工	塗工
白色度(%)	70	80	80	80	80
--- 原料パルプの組成 ---					
木材パルプ(%)	0	0	70	0	100
新聞古紙(%)	50	0	0	50	0
オフィス古紙(%)	50	100	0	50	0
非木材: バガス (%)	0	0	30	0	0

中澤ら, 環境報告書のLCA, 2001頃

製紙産業のエネルギー源

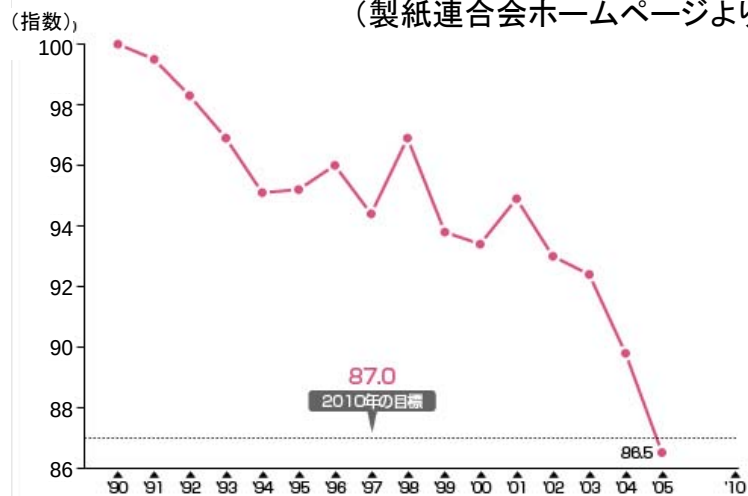
■製紙産業における使用エネルギーの構成比(2005年度)



- 化石エネルギー 60%
- 回収黒液 30%
- その他再生エネルギー 10%

製紙産業のエネルギー源

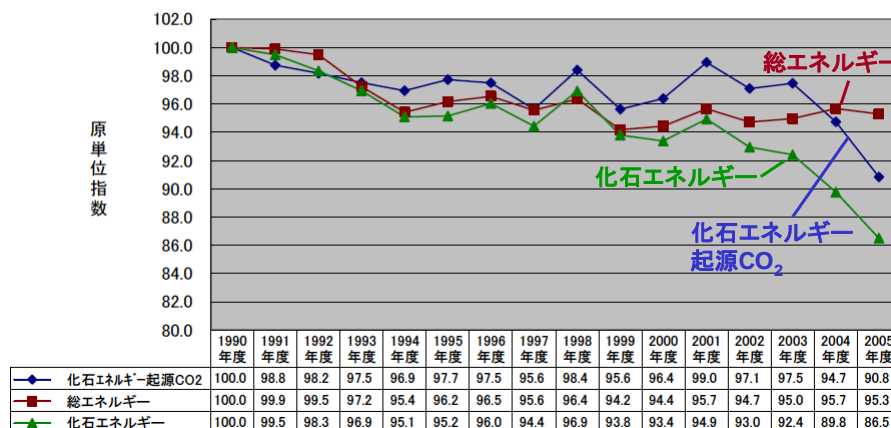
製紙・板紙トン当たり化石エネルギー源単位の推移
(製紙連合会ホームページより)



製紙産業のエネルギー源

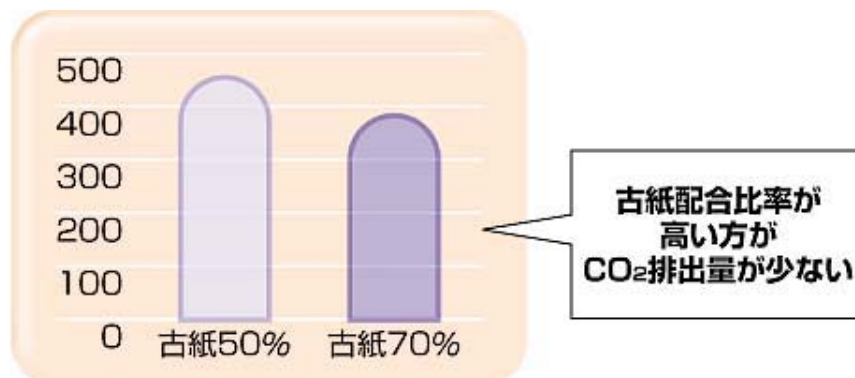
日本製紙連合会 2006 年度「環境に関する自主行動計画(温暖化)」調査結果

図1) 化石エネルギー原単位指数およびCO₂ 排出原単位指数の推移



北越製紙の取り組み

新聞用紙を1tつくる時の
化石燃料からのCO₂排出量(Kg-C/紙t)
出典: 紙パ技協誌第55巻 第10号

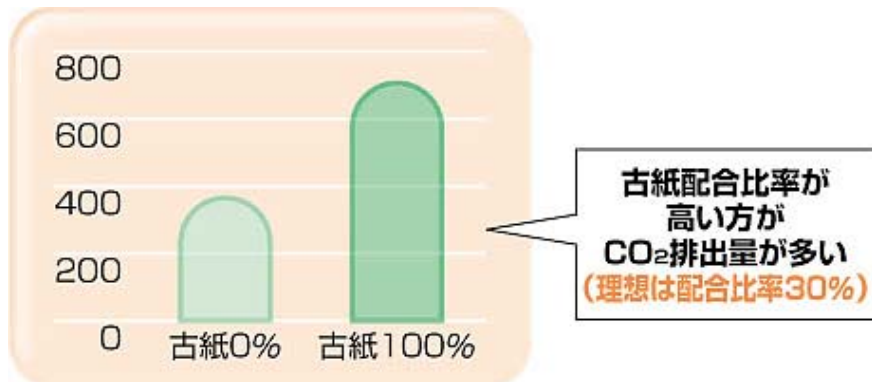


北越製紙の取り組み

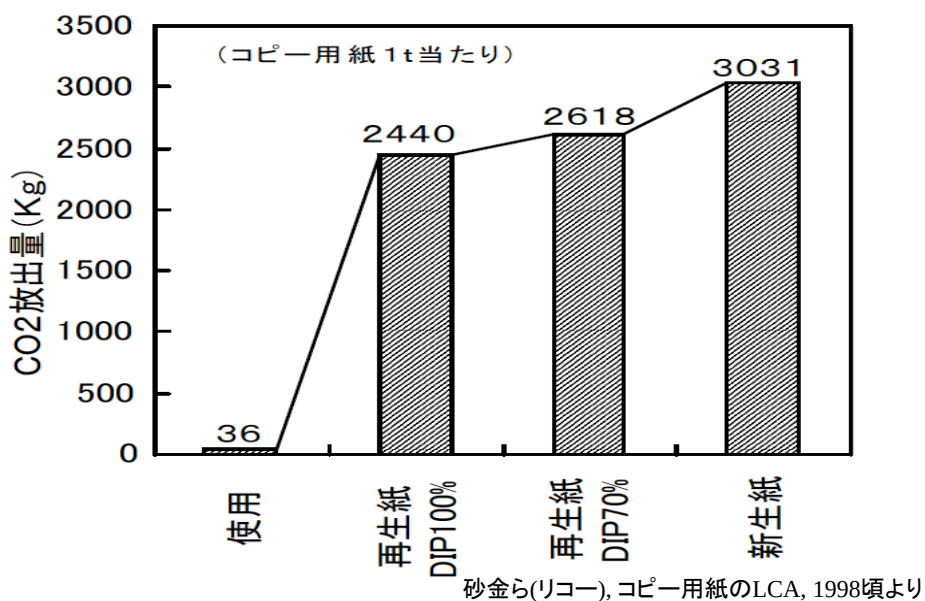
上質紙を1tつくる時の

化石燃料からのCO₂排出量(Kg-C/紙t)

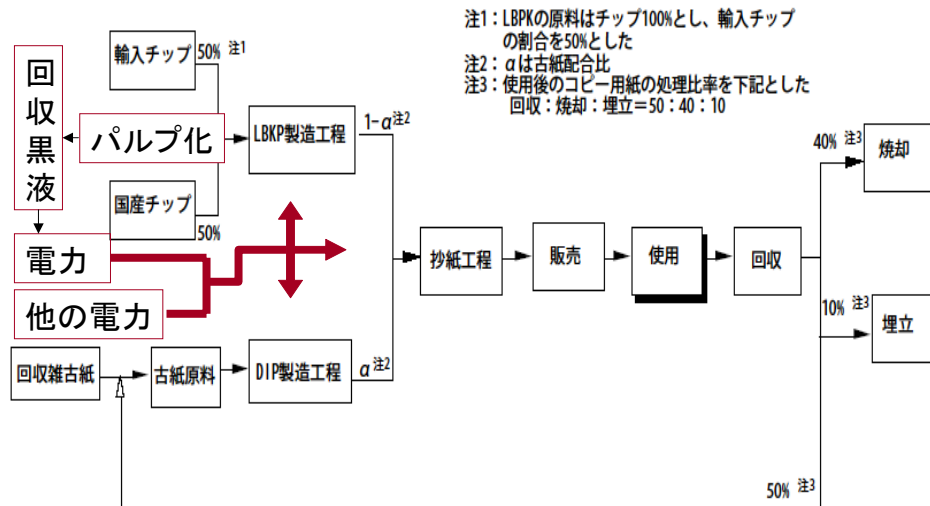
出典: 紙パ技協誌第55巻 第10号



紙のライフサイクルアセスメント3(a)



紙のライフサイクルアセスメント3(c)



砂金ら(リコー), コピー用紙のLCA, 1998頃より

LCAの今後

- CO₂排出量等の計算結果は、確定した数値ではない。
- 黒液を燃焼させて得たエネルギーをバージンパルプの生産だけに使われたことにしてよい？
 → 繊維のライフサイクルはバイオ燃料になるまで。
- 原料不足になる場合を考慮すべき
- 古紙回収に要する善意の活動をどう考慮？
- 法的配合率基準に、適性に管理された森林に由来するパルプを加えることはできないか。→ 森林認証では紙類全体でのパルプ配合率が基準→ 古紙パルプ配合率を高めると品質が低下するところに難しさがある。

郵便葉書の品質向上に関する研究会

古紙配合率40%が守られなかった理由

- 印刷会社からの厳しい品質要求(再生紙の印刷適性)
 - 少ない夾雑物
 - 郵便局内区分機による郵便番号等の読み取り精度の確保(蛍光増白剤の制限)
 - カール
- 平成3年(1991)の通産省通達・・・工場内損紙≠古紙
- 設備
- 古紙価格の急騰

王子製紙の取り組み

循環型社会をめざして 企業行動と環境

王子製紙 環境憲章

■ **森のリサイクル推進**— 植林事業を積極的に展開

■ **紙のリサイクル推進**— 古紙資源の一層の活用

■ **地球温暖化対策の推進**

← ■ **エネルギー対策の推進**(2005)

■ **環境改善対策・環境管理体制の強化**

■ **環境負荷の小さい生産技術と製品の開発**

■ **廃棄物の低減と有効利用の推進(RPFなど)**

■ **環境対策技術の海外移転推進**

■ **ステークホルダーとの信頼関係の構築** ← ■ **広報・啓発・社会活動の促進**(〃)

RPF=Refuse Paper
& Plastic Fuel

「ステークホルダー」
=利害関係者

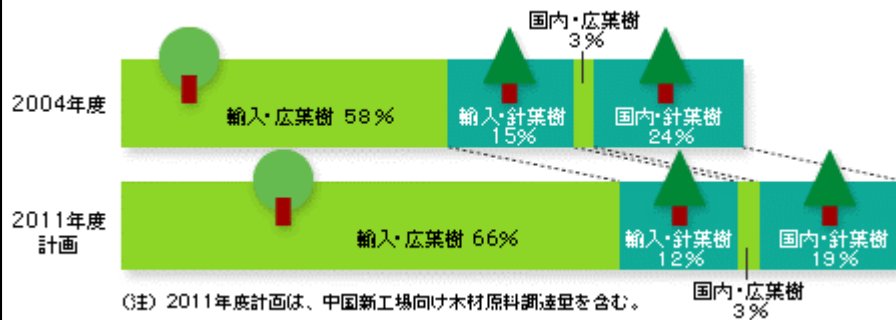
王子製紙の取り組み

循環型社会をめざして 企業行動と環境

王子製紙 環境憲章

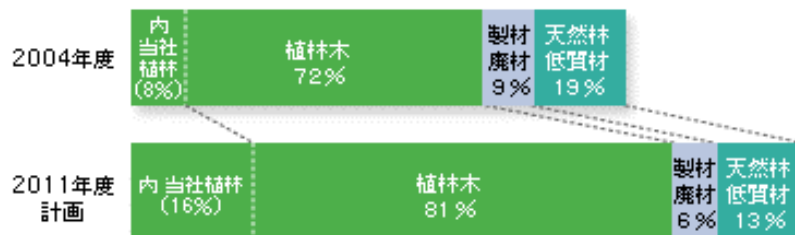
木材チップの調達構成

※2011年度の調達量は2004年度の1.3倍。輸入チップは、78%を占める。

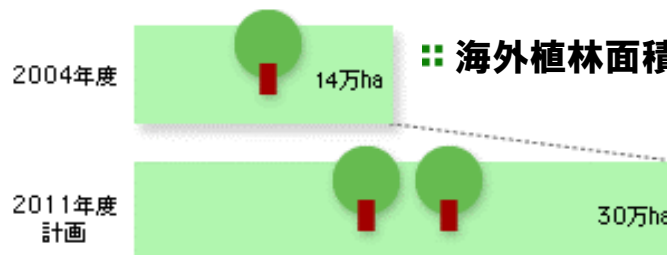


王子製紙の取り組み

輸入チップにおける植林木

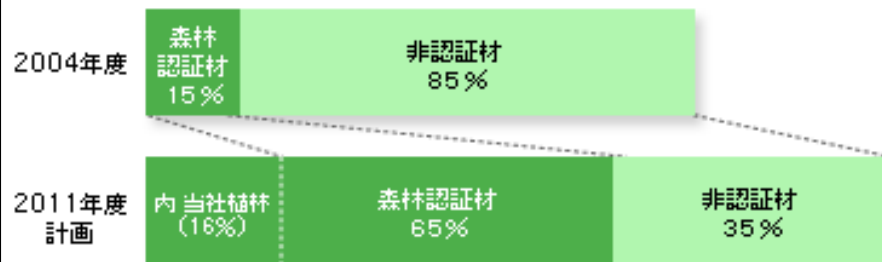


海外植林面積の拡大計画



王子製紙の取り組み

■ 森林認証材の増量計画



製紙原料の確保

- バージンパルプ
 - 植林木
 - 間伐材
 - 製材後の端材
- 古紙パルプ

FSC

FSC森林認証制度

森林認証制度とは、環境保全の点から見て適切で、社会的な利益にかなう、経済的にも継続可能な森林管理を推進することを目的とする制度。適正な森林管理がなされているかどうかを、一定の基準で評価し、審査の上認証する。このような森林から産出された木材・木材製品、紙製品に独自のロゴマークを付けて幅広く流通させることにより、世界の森林保全をめざす。

* Forest Stewardship (=受託責任、監督) Council

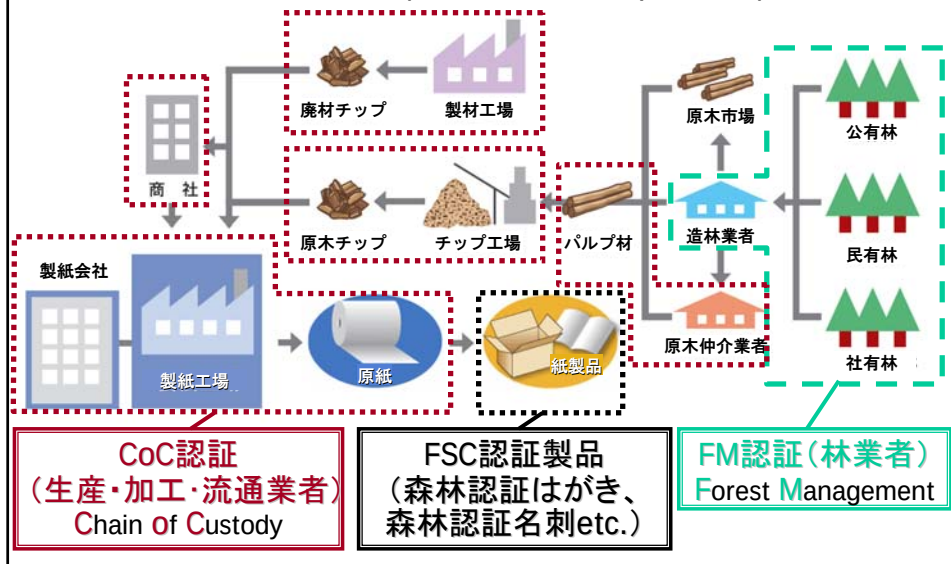
CoC認証制度

CoC (Chain of Custody) 認証制度とは、森林認証を取得した森林から生産された木材・木材製品が、森林認証を取得していない森林から生産されるものと混じらないように適切な分別管理を行っていることについて、第三者機関が木材・木材製品を取り扱う事業者を評価・認証する仕組み。

* Custody = 管理、保管

FSC森林認証制度

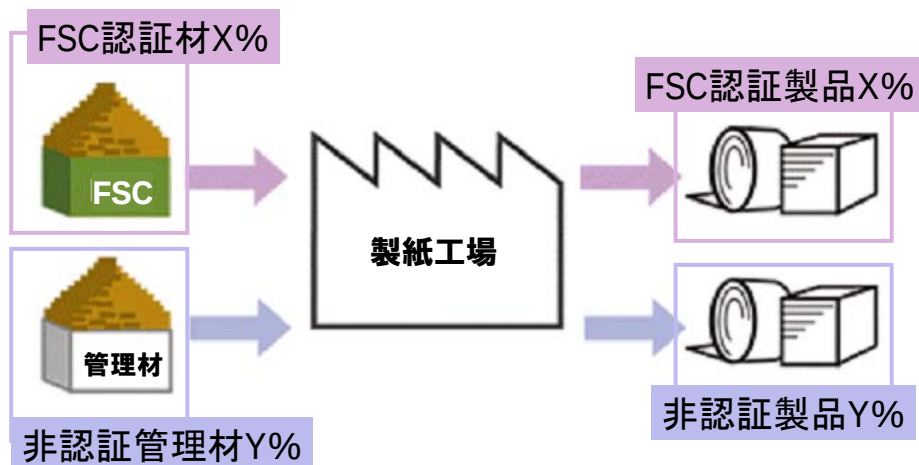
紙製品が関連のFSC(Forest Stewardship Council)認証



FSC森林認証制度

CoC認証のクレジット方式

従来は、FSC認証材由来のパルプを30%以上含む紙にFSCマークをつけたが、現在は、質量比が $X\% + Y\% = 100\%$ (クレジット方式) となるようにする。



紙に含まれる蛍光増白剤の 定量方法に関する検討

(東京大学大学院農学生命科学研究科)
加地麻衣子、○江前敏晴、磯貝明

はじめに

- **【背景】**包装容器用の板紙の製造には大量の古紙パルプが使用されているが、その古紙の素性や流通経路は一般には不明であり、人体に有害な物質が混入する危険性がある。食品と板紙を直接接触させる使い方は稀であるが、不用意に接触してしまう場合も考慮に入れなくてはならない。昨今、BSEや鳥インフルエンザなど食の安全や食の科学が非常に重要視される中、紙器といえども安全性の確保が必要である。
- **【蛍光増白剤の除去・分解の必要性】**蛍光増白剤は、化学構造が有害なジアミノスチルベンに似ており、食品衛生法では容器に蛍光染料を入れることを禁止している。古紙処理プロセスの中で、蛍光増白剤の除去や分解が必要となる場合があり、簡便な制御方法を見出すことが望まれる。
- **【蛍光増白剤の定量方法の検討】**混入物質が微量である場合は測定そのものが困難であるため規制は難しいが、蛍光増白剤の場合は溶液濃度が10ppb程度でも紫外線の照射による蛍光発光を目視で確認できるため、規制対象となりやすい。しかし、規定されている検査方法は、紙から蛍光増白剤をアルカリ抽出し、酸性下でガーゼに染着させ、紫外線照射により目視で有無を判断するという方法で、定量性に乏しい。そこでまず、蛍光増白剤の定量方法をここでは検討した。

蛍光増白剤とは

- 紫外領域の光を吸収し青色領域で蛍光発光する染料で白色度を高くする

- 図1は、スチルベン骨格をもつ蛍光増白剤の構造式

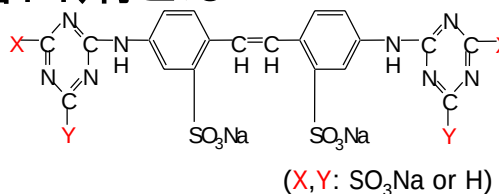


Fig. 1 Fluorescent brightening agent with a stilbene moiety

- 中央の二重結合部分がトランス体又はシス体
- 蛍光性があるのはトランス体のみであり、温度や紫外線の照射によって容易にトランスからシスへ変換
- X,Yのスルホン酸基の数によりジ体、テトラ体、ヘキサ体となるが、実際にはおおよそ3:6:1の混合物

結果と考察(2)

- 分光蛍光光度計による三次元測定

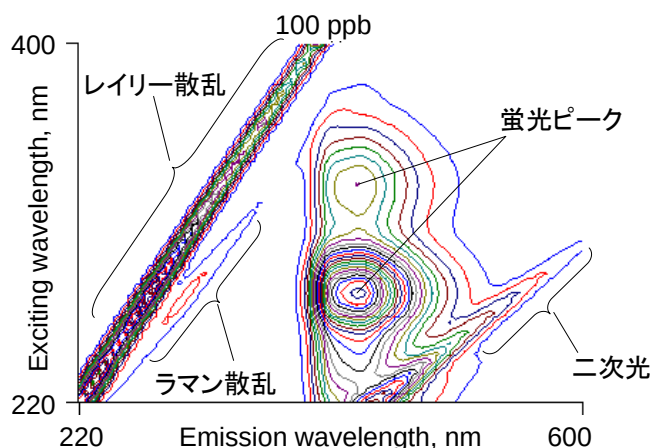


Fig. 3 Fluorescence intensity of stilbene brightener at varied Excitation and Emission wavelengths

結果と考察(3)

■ 分光蛍光光度計による三次元測定

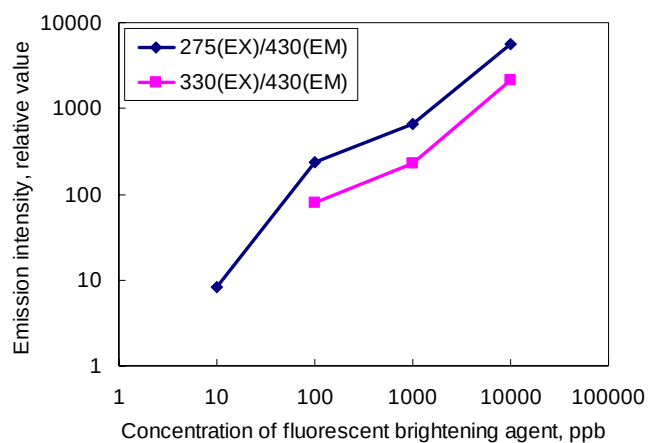


Fig. 3-2 Fluorescence intensity of stilbene brightening agent as a function of solution concentration.

結果と考察(5)

■ 反射蛍光画像

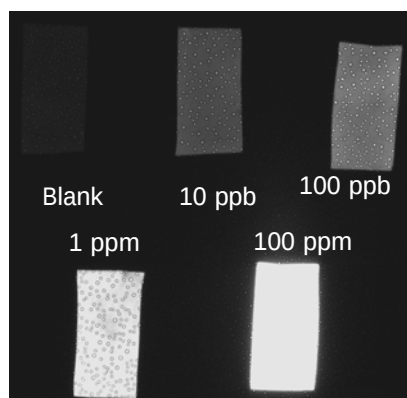


Fig. 4 Fluorescence image of fluorescent brightener-stained filter paper

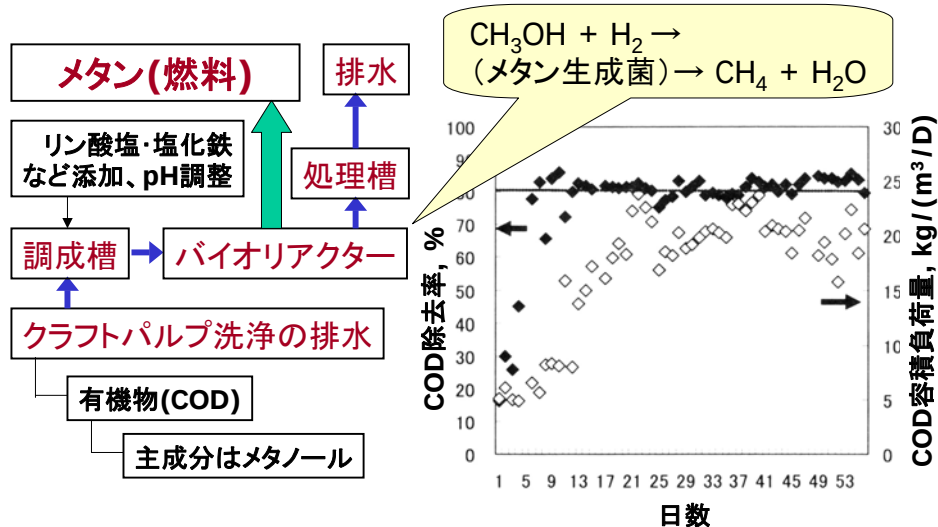
食品に接触することを意図した紙・板紙の自主基準

■ 制定された自主基準の概要

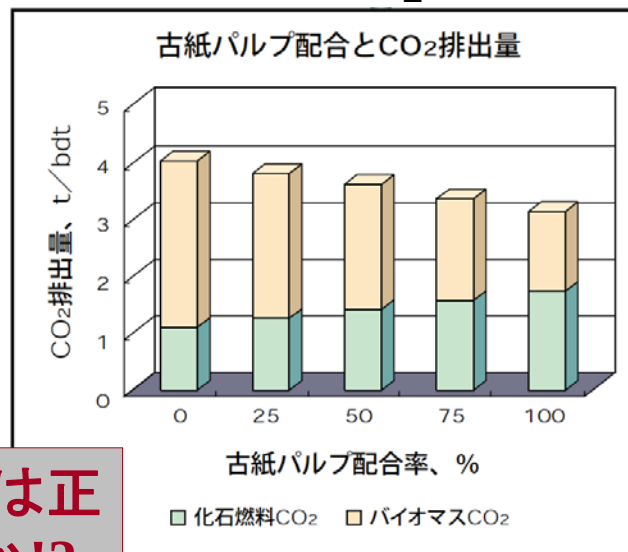
- (1) 自主規格の試験項目に適合すること
(比色法により測定する重金属の溶出限量を鉛量として表し、 $1\mu\text{g/ml}$ 以下とする)
- (2) 食品に接触することを意図した紙・板紙には、ネガティブリスト記載物質は使用しない。[インターネット上に化学物質データベース(ネガティブリスト)を構築]

2007 年 05 月 24 日制定 日本製紙連合会

日本製紙の取り組み メタン発酵による水質浄化



紙の製造とCO₂排出量



解釈は正しいか!?

出典: 三菱製紙社会環境報告書2007

紙の製造とCO₂排出量

このスライドに関しては、次のHPを参照して下さい。

<http://www.mpm.co.jp/env/images/reportpdf/2007/2007-17.pdf>

タイトル「紙の製造」は、植林やチップ化に始まり、焼却に至る全工程を指しており、同環境報告書2005のグラフと同じです。

HPでは、「古紙パルプの配合率が上がると、化石燃料とバイオマス合計のCO₂排出量は少なくなります、化石燃料によるCO₂量は増加します。古紙パルプは石炭や重油のような化石燃料を使って製造するためです。」と説明されています。

しかし、持続可能な林業を維持しながら、木材のバージンパルプだけを使用して世界の紙需要を満たすことは現状では不可能です。それが可能なくらいバイオマスが余剰なら、化石燃料の分をバイオマス燃料に切り替えることができ、化石燃料CO₂は全てバイオマスCO₂に替わります。

出典: 三菱製紙社会環境報告書2007