

全学自由研究ゼミナール（駒場）

身近な素材『紙』の 科学と環境

(2010年 4月～7月 火曜日16:20-17:50)

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

講義の分担予定（一部変更もあり）

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	先端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

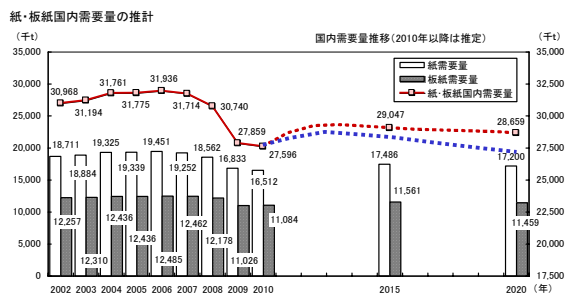
第3回 2010年5月11日

- 古紙のリサイクルの将来と課題
- 環境教育に取り入れる紙づくり
 - 御蔵島での紙漉き体験学習
 - 御蔵島での環境活動

環境教育に取り入れる紙づくり

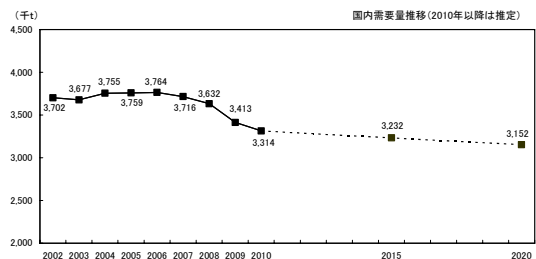
- 御蔵島での紙漉き体験学習
 - 島の特産品ツゲ材に利用
 - ・観光土産のはがき
 - ・島の村役場等公共機関の名刺
 - 木材産業・森林産業の起爆剤

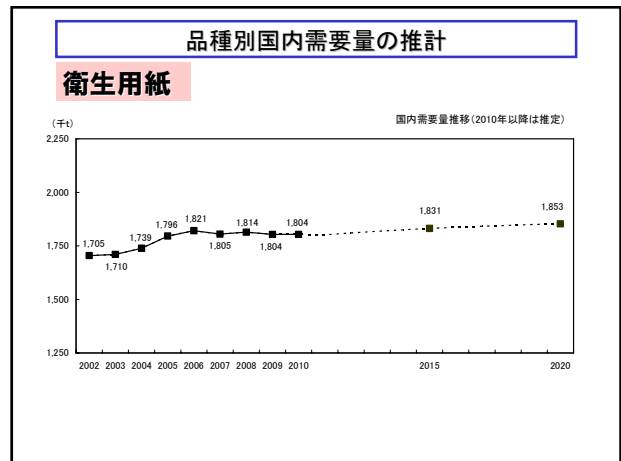
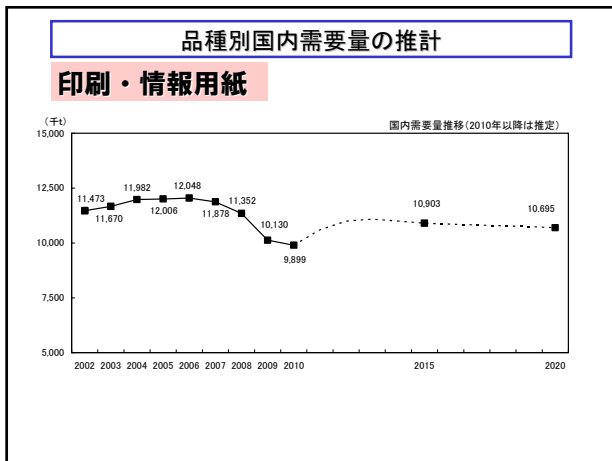
紙・板紙の国内需要量の推計



品種別国内需要量の推計

新聞用紙





品質上の理論的古紙利用率限界値(1)

品種	2009年生産量(千t)	理論的限界値		見直しの根拠、考え方等
		2004年	2009年	
新聞用紙	3,454	0.85~0.91	0.84~0.90	印刷不透明度、クラーク剛度から限界05年以降、中性抄紙への切り替えで灰分増加中性抄紙で不透明度は向上するが、剛度は低下 強度、光散乱係数からほぼ横ばい 品質上の上限は74~76%と推定され、DIP歩留まりを84%と考え、0.855~0.878と推定
		0.84~0.90	0.86~0.88	
上質系印刷情報用紙	6,618	0.24	0.24	夾雑物増加を防ぐため横ばい 上質系古紙100%配合なら可能だが、上質系古紙だけの大量分別回収は不可能
中質系印刷情報用紙	2,503	0.86	0.81	夾雑物の少なさを維持するための限界値

品質上の理論的古紙利用率限界値(2)

品種	2009年生産量(千t)	理論的限界値		見直しの根拠、考え方等
		2004年	2009年	
包装用紙	786	0.16	0.13	強度維持のための限界値 重袋用クラフト紙はJIS規定により古紙配合不可
衛生用紙	1,776	0.70	0.56	安全性の維持が限界値で、ティッシュは蛍光物質溶出のおそれがある古紙配合は不可 パーシパルプ100%品以外は古紙100%可能 タオル用紙は業務用で古紙パルプ100%可能、家庭用は食品衛生法により配合不可

品質上の理論的古紙利用率限界値(3)

品種	2009年生産量(千t)	理論的限界値		見直しの根拠、考え方等
		2004年	2009年	
段ボール原紙	8,212	LA級・LB級1.01 LC級 1.03	LA級・LB級1.02 LC級1.04	LA級・LB級は現状93~96%で推移 LC級は100%に設定
紙器用板紙その他	2,223	マニラボール 0.60 白ボール 1.06 チップホル・色板 1.06 建材原紙 1.06 その他 0.94 平均 0.92	マニラボール 0.65 白ボール 1.07 チップホル・色板 1.10 建材原紙 1.11 その他 0.98 平均 0.95	マニラボールは08年は古紙逼迫下降 チップボール、建材原紙、その他板紙は直近実績を限界原単位と設定

2009年 品種別古紙回収量実績(1)

品種	国内消費量A	古紙回収量	回収率A(%)
紙・板紙合計	27,215	21,690	79.7
紙計	16,465	11,234	68.2
新聞用紙	3,489	4,951	141.9
印刷・情報用紙	9,742	6,283	64.5
非塗工印刷用紙	2,158	1,835	85.0
塗工印刷用紙	5,524	4,146	75.1
特殊印刷用紙	243	76	31.3
情報用紙	1,816	226	12.4
包装用紙	755	0	0
衛生用紙	1,780	0	0
その他(雑種紙)	702	0	0

2009年 品種別古紙回収量実績(2)

品種	国内消費量A	古紙回収量	回収率A(%)
紙・板紙合計	27,215	21,690	79.7
板紙 計	10,749	10,456	97.3
段ボール原紙	8,322	9,558	114.9
紙器用板紙	1,827	887	48.5
その他板紙	600	11	1.8

古紙リサイクル促進の課題 (1)

- 需給
 - 洋紙向けの古紙の供給が十分でない懸念
 - 紙の需要減が進めば、古紙の発生量も回収量も減少
 - 日本の古紙が中国に大量輸出され、国内供給が不安定
 - 行政による古紙利用促進の必要(平成21年度改正グリーン購入法の活用など)
 - パージンパルプとのコスト比較(チップの需給・価格見通し)と、古紙輸出拡大の影響(古紙の需給・価格見通し)を考慮
 - (東)アジアでのリサイクルの環(第2の環)を考慮

古紙リサイクル促進の課題 (2)

- 技術
 - 古紙の利用回数増加で、繊維や紙品質の劣化
 - DIP技術に革新的な技術発展がない
 - シュレッダー処理されたオフィス古紙の処理技術が課題
- 流通・利用者
 - 上質古紙の供給量拡大が必須だが、分別回収のための管理、分別システムの見直しが必要でコストアップ
 - 悪質な回収業者による行政回収等における古紙の抜き取り
 - 低質古紙回収による製紙原料の品質低下を避けるためカスケード利用
 - 分別の向上に正しい知識や理解を進める啓蒙活動が必要

古紙リサイクル促進の課題 (3)

- その他
 - 古紙利用拡大が、エネルギー消費面でマイナスに影響する可能性
 - 製紙への利用は限界に近く、製紙用途以外への利用も考えていくべき

古紙リサイクル促進の品種別課題 (1)

- 新聞用紙
 - 紙品種では、古紙利用率が最も高いため、強度等品質保持が求められる
 - 新聞古紙の印刷情報用紙等への配合拡大により、新聞用紙への古紙供給量減少が懸念される
 - 新聞用紙の需要減少が予想され、古紙発生/利用面での総量減少が懸念される
- 印刷情報用紙
 - カラー化のため白色度の高い印刷用紙が求められる
 - 薄物化により上質から中質のコート紙へのシフトが進めば、古紙利用率アップが期待できる。
 - 印刷情報用紙への古紙利用率向上のために上級古紙の分別強化を行えば、発生流通段階でコストアップ

古紙リサイクル促進の品種別課題 (2)

- 衛生用紙
 - 衛生面への懸念から古紙利用率が低下する傾向
- 包装用紙
 - 強度保持の要請から、古紙利用が抑制
- 段ボール原紙
 - 古紙利用率が既に90%を超えており、さらなる古紙利用率上昇は、品質面への影響や古紙品質の低下が懸念される

古紙リサイクル促進の取り組み (1)

- 製紙業界(A社)
 - 雑誌古紙を印刷用紙やコピー用紙に使う為の技術—異物の低減—を開発した
 - 機密書類を回収し、段ボール箱を未開封のまま再生処理する事業をスタート
- 製紙業界(B社)
 - 新聞用紙で古紙配合率を75%以上のような品種別目標を掲げる
 - 全国牛乳容器環境協議会等、良質な古紙パルプが得られる紙パック等の回収
- 製紙業界(C社)
 - 雑誌古紙100%の脱墨パルプ設備を運用

古紙リサイクル促進の取り組み (2)

- 流通業界(大手古紙商社A社)
 - 機密文書を段ボール箱ごと溶解する溶解処理サービス
 - 大型破砕機による機密抹消のための破砕処理サービス
 - 小口回収は鉄道コンテナを利用してCO₂排出低減サービス
- 流通業界(大手古紙商社B社)
 - 同様の機密文書処理サービスと、パルプモールドなど製紙以外の用途に再生も
- 流通業界(全国製紙原料商工組合連合会)
 - 古紙商品化適格事業所認定制度を加盟団体組合で実施
 - 古紙リサイクルアドバイザー認定制度を古紙品質と環境貢献、業界人の社会的評価向上を目的とした制度で連合会参加企業を対象に認定試験を実施

古紙リサイクル促進の取り組み (3)

- 日本印刷産業連合会/古紙再生促進センター
 - リサイクル対応型印刷資材である、ホットメルト、シール、UVインキの開発・普及を促進し、標準試験方法を確立
- 市町村
 - 可燃、不燃ゴミの有料化が進んでいるので、住民の資源ゴミ回収への協力率は上がると考えている
 - 効率よく回収できる事業者への回収作業委託率が高まっている
 - ごみ減量、資源化を図るための有料指定袋制や、資源の持ち去りの禁止等を条例化している自治体もある

環境教育に取り入れる紙づくり

- 御蔵島での紙漉き体験学習
 - 島の特産品ツゲ材に利用
 - ・観光土産のはがき
 - ・島の村役場等公共機関の名刺
 - 木材産業・森林産業の起爆剤

御蔵島はどこ？

面積
20.55 km²
最高標高851
m
人口
約300人

御蔵島とは(2010年4月24日)



イルカツアー、森林資源

御蔵島とは(2010年4月24日)



絶壁に囲まれた島

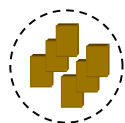
御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



ツゲ材からのパルプの作り方、紙の漉き方説明

パルプ化のやり方

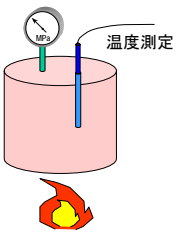
■ パルプ化



ツゲチップ
700 g



NaOH 73 g
Na₂S 27 g
Na₂CO₃ 22 g
水 6 L



84→166°C 70分
166°C 90分

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)

■ パルプ化装置

- 高圧反応装置
- 温度プログラム
- 圧力監視
- ヒーター



御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



紙料を運ぶ

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



紙料を金網木枠に流し入れる

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



箱の角に金網木枠を置いて脱水

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



箱の角に置きしばらく脱水

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



紙の乗った網をさらしに置く

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



さらしを折り返して紙の上に敷き新聞紙も折り返す

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



新聞紙除き、さらしも広げる

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



金網を持ち上げようとしている

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



金網をとると紙がさらしの上に残る

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



新聞紙に挟んだ状態でアイロンをかけて乾燥

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



新聞紙に広げて最後まで乾燥

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



翌日御蔵荘の朝食時間にお客さんに披露

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月24日)



午後は保育園児に「宇宙の大きさを感じよう」

御蔵島での紙漉き体験学習(2010年4月25日)



翌日、ツゲ植林地で保守(下草刈り)