

紙資源とリサイクル*

前川 英一^{***}

Paper Resources and Recycling*

Eiichi MAEKAWA^{***}

(平成5年7月31日受理)

1. はじめに

紙は、鉄、アルミ、ガラスなどと同様に不用になって廃棄されても再生利用の可能な資源である。しかも最も再生利用しやすい資源であると言える。この意味から紙と呼ばれるシート状のものが作られてこの方、貴重品であった時期の紙は、繰り返しシート状に再生していわば漉き返し紙として用いられてきた。歴史的にみても紙は、日常の衣料に用いる織物以上に貴重品であったとの記録がある¹⁻⁴⁾。当時、朝廷直営の都にあった紙屋院で漉かれた漉き返し紙を宿紙または還魂紙と称して、特殊な用途にしか用いなかった。このような貴重品であった紙も江戸時代になってようやく一般に流通するようになったが、広く人々の生活の便利品として用いられるようになったのは明治以後になって従来の手漉き和紙に代わって洋紙が出現してからである。今日再生しやすい古新聞、使用済み段ボールは、古くから再生紙として活用されてきた紙である。現在、日本製紙連合会では、1990年(平成2年)度を初年度とする古紙の再利用を促進するための『リサイクル55計画』を発足させ、5年後の1994年(平成6年)には古紙の利用率を55%にまで高めてゆこうというキャンペーンを展開している。平成3年度には古紙の利用率は52.2%を達成したとのことである。平成3年(1991年)には再生資源の利用・促進を図ることを趣旨として制定されたいわゆるリサイクル法が施行された⁵⁾。この結果、社会的にも再生資源のリサイクルを進めることが要請されることになった。このような背景から紙資源のリサイクルを進める必要性が再認識され、古紙のリサイクルを進める啓蒙も大いに進展している現状にある。リサイクルということはもともとは一連の工程処理を繰り返すことを意味する工学上の用語として用いられてきたが、近年ではこの用語は、不用廃棄物品を再生して再利用する意味に用いられるようになり、今日ではもはや一般に定着している。古紙のリサイクルを考える必然性は、一方で大量に消費される紙の現実がある。そして今日紙は、もはや紙のない現代の文明社会は考えられないほどに社会活動の基盤的資材であり、人々の生活の基本的な消費必需品となっている。

本総説では紙の意義、紙資源の使われ方、紙資源のリサイクルの意義、リサイクルを進めてゆくうえで起こる問題点について考えてみたいと思う。

* 第48回本研公開講演会(平成5年5月14日、大阪)において講演した。

** 機能性高分子分野(Laboratory of High Functional Polymers)

***現所属:静岡大学農学部(Faculty of Agriculture, Department of Forest Resources Science, Shizuoka University, Shizuoka 422)

Keywords: Used paper, Waste paper, Recycling, Efficient utilization, Environmental problem.

2. 紙とは何か

紙は、植物のセルロース繊維を機械的に水中に分散させて、集合物として単離したパルプをシート状に成型して、脱水乾燥させ加工処理したのものとして定義される^{6,7)}。今日、パルプと呼ばれる植物繊維の集合物の原材料は、大部分が木材資源に依存している。従ってパルプと言えば木材パルプを意味し、植物繊維から作られない合成紙が開発されても、紙は木材資源に依存する重要な生産物であることに変わりない。そして植物繊維を基調とする紙に代替されるものが見いだせないほどにそのすばらしさが再認識されている。コンピュータ化が進展して、紙を必要としない社会いわゆるペーパーレス社会の到来が言われてきたが、依然として紙の需要は減らない。むしろ増加の傾向にある。将来にわたっても紙の消費が継続する限り、紙は木材資源に依存しなければならないであろう。

紙は、他の材料に代替できないほどに種々の特性をもって現代の社会生活のあらゆる分野で役立っている⁸⁾。紙の歴史的な変遷からみると、紙の3大機能として次のものがあげられる。1) 文字を記録し、保存する 2) ものを包み、保護する 3) 吸い取ったり、ふき取ったりする これらの機能のうち、文字や書いたものを記録し、保存する材料としての機能は、紙が貴重品であった時代に仏教の経典を模写する書写材料としての本来の機能を引き継ぐ形で発展したものである。そして今日、新聞、雑誌その他の出版物に代表される情報を伝達する分野に生かされている。さらにはコピー用紙や特殊なOA記録紙の形で我々の目に触れるものに、この機能を見ることができる。またものを包み・保護するという機能は、紙袋、紙製容器、段ボール製品として包装材料の分野にあって生かされている。そしてものを輸送・運搬する今日の物流システムの発展に大いに寄与している。さらに紙製容器は、特殊な加工を施して牛乳、清酒、ジュース・ワインなどのような液体を保存する紙パック容器として、従来の瓶容器に代わって広く用いられている⁹⁾。これは紙の利便性や機能性が追求されてきた結果に外ならない。第3のふき取る、吸い取るという機能は、今日では家庭用のティッシュペーパー、トイレットペーパー、ペーパータオル、ワイパーなどとして衛生用品の分野で生かされている。このような紙のもつ機能も、近年では社会のニーズに適合して複雑に変化してきており、特殊な機能を追求した紙製品が出現している。例えばノーカーボン紙や感熱記録紙のような特殊な情報紙、通気や防湿性を制御する紙容器、臨床用検査紙、防カビ・防菌・殺菌性の包装紙、高吸水性紙、脱臭紙などに認められる。その他に紙と他の素材との複合化による新規な機能材料まで出現している。その結果は液体容器、冷凍食品保存容器、医療用紙パッケージなど種々の包装材料に認められる。このように紙を基調とする特殊な機能紙が出現し、生活様式が便利になり、社会全体が豊かになることは望ましいことである。しかし、反面このように紙の機能性・利便性のみが追求され、需要が拡大するにつれて、今日紙は文化のバロメーターと言って手放しては喜んでおれない面も出てきているのではないかと思う。紙は文化のバロメーターということは、紙の消費量がその国の文化水準を表すから紙の需要によってその国の文化水準を比較することは出来る。しかし今日の先進国では、紙の需要が高いからといっても単に無駄に棄てられて役立っていない紙も多分にあるのではないか。不用になったごみ廃棄物の半分近くが、紙製品である現状をみてもこれが紙文化のなれのはてといわれる社会問題である。むしろ紙の浪費によって文化の退廃を招くとの極論が出るほどに問題が出てきている現状にあるのではないかと思う。

3. 紙の種類と使われ方

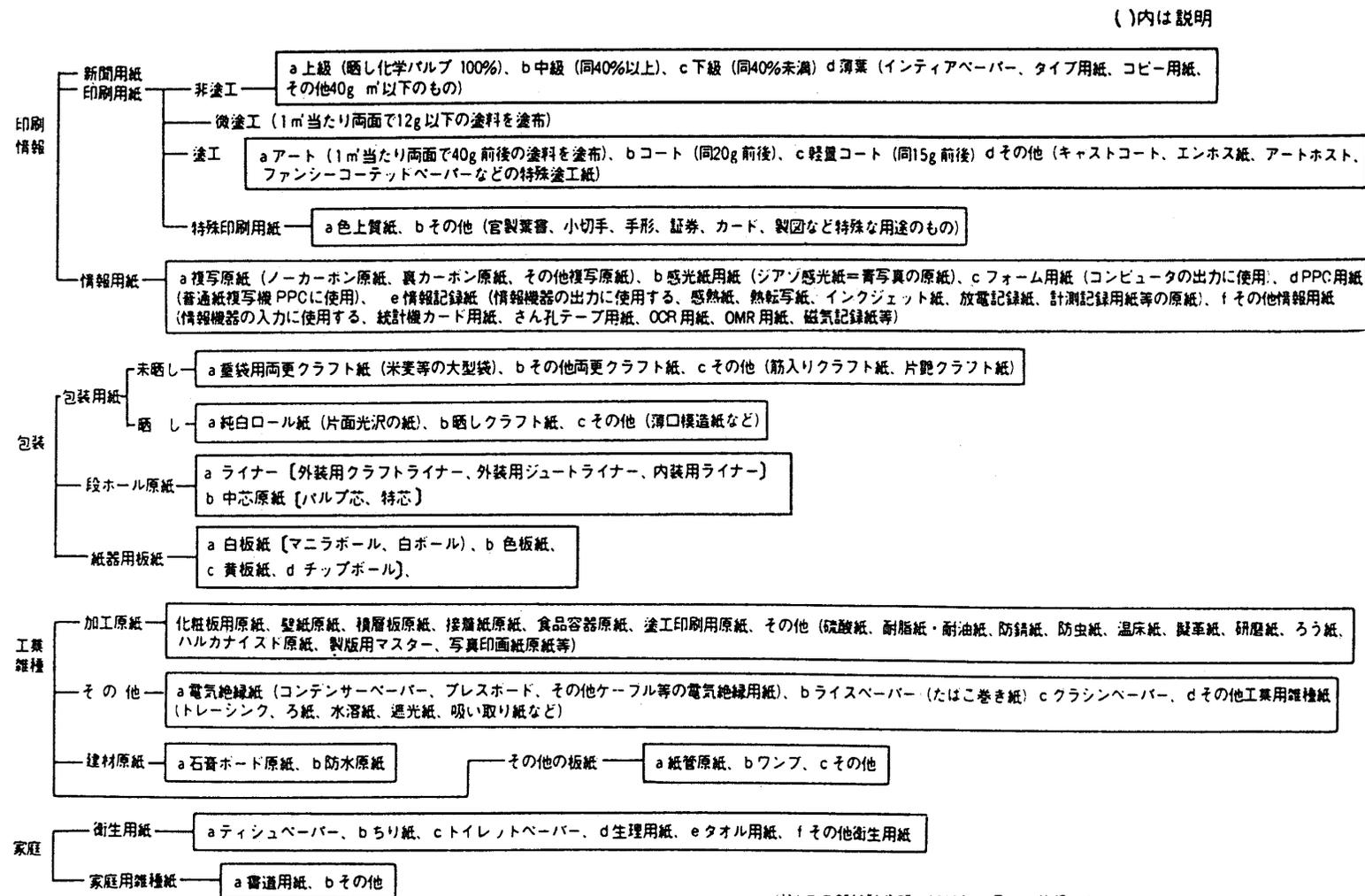
紙には我国古来から江戸時代末期まで広く用いられた和紙と明治以後に機械によって大量に生産されるようになった洋紙とがある。今日、洋紙とよばれる紙が圧倒的に多く用いられている。従って今日、紙といえは洋紙を意味し、伝統的な製法で作られる手すき和紙及び機械すき和紙は、補助的な用途に用いられるにすぎない。

表1 紙・板紙の機能と用途

機能	材 → 加工 → 消費財 (容器を含む)		摘要
情報・知識の媒体	新聞用紙	印刷	新聞・官報
	印刷情報用紙 板紙	印刷 印刷・製本	PR (折込み広告その他)・ポスター・カレンダー・ 書籍・雑誌・週刊誌・辞典・その他出版物
包装 { 軽包装 重包装 段ボール包装 個装	包装用紙	印刷・製袋	包装紙・紙袋・角底袋・封筒 重袋 (砂糖・米・セメント・肥料・飼料・その他重量物 用)
		印刷・コルゲート・製箱	段ボール箱 (各種工業製品・生鮮食料品・その他用)
		印刷・製箱	薬品・化粧品・その他各種商品の個装用
紙容器	紙器用板紙	印刷・成型	紙コップ・紙皿・紙カートン・冷凍食品容器・その他の 紙器
事務用 { 筆記 複写・謄写	印刷情報用紙	印刷・加工	集計用紙・方眼紙・ノート・びんせん・カード・ファイ ル・帳簿・フォーム用紙・コピー用紙・カーボン紙・ノ ンカーボン紙・タイプ用紙・謄写原紙
	薄葉紙・雑種紙	各種加工	
家具・建材	包装用紙 雑種紙・板紙	印刷 樹脂加工その他	壁紙・ふすま紙・家具・建材 (化粧板等樹脂加工製品) ・ルーフィング・せっこうボード
工業製品の部品 その他産業用	雑種紙・板紙	印刷その他加工	コンデンサー・絶縁紙・剥離紙・ラベル・印画紙・青写 真用・煙草巻紙・濾紙・紙幣・証券・紙管
通信・運輸	印刷情報用紙 雑種紙・板紙	印刷その他加工	はがき・切手・印紙・電話帳・切符
生理・衛生用	衛生用紙 雑種紙	印刷・成型	障子板・書道用紙・紙ひも ティッシュペーパー・トイレットペーパー・京花紙・ち り紙・紙タオル・紙オムツ
教育・学習用	印刷情報用紙 紙器用板紙	印刷・製本	ノート・画用紙・教科書・参考書・試験用紙・手工用板 紙

前川：紙資源とリサイクル

図1 紙・板紙の品種分類



(注)この新統計分類は1988年1月より施行された。

前川：紙資源とリサイクル

紙は、厚さ、目方（重さ）によって普通のうす手の紙と厚手の板紙に大別される。紙といえば通常うす手の紙をさすことが多く、全般的な紙といえば紙・板紙を含んだ意味に解される。普通の紙は薄くて、柔らかく、一方板紙は厚くて、硬いとイメージで代表されるが、その違いを示す境界は明確ではない。しかし一応の目安として、坪量という紙の単位（1㎡あたりの紙の重さ）で表示して、120～130g/㎡より軽いものを普通の紙に、重いものを板紙の範疇に入れて便宜上分けている。

表1に示されるように紙は新聞用紙、印刷・情報用紙、衛生用紙が含まれ、文化情報分野用及び家庭用として役立っている。板紙は段ボール原紙を主とする包装用、建材用の産業用紙として役立っている。

紙・板紙は図1に示されるように品種別に細かく分類されている。この図表からわかるように紙の中でも新聞用紙は、単一品種にあげられ、最も多量に用いられる代表的な紙製品である。その他印刷用紙、雑誌、筆記用紙、カタログ、ポスター、パンフレット、カレンダーのような塗工紙、グラシン紙、インディアン紙、ライスペーパーのような薄葉紙、ティッシュペーパー、トイレトペーパーのような家庭用薄葉紙、感熱紙、ノーカーボン紙、ゼロックスコピー紙（PPC）のような情報用特殊紙、紙製容器、段ボール厚紙からなる包装用紙などがどのような位置に分類されているかを理解することが出来る。

4. 紙・パルプの需給状況

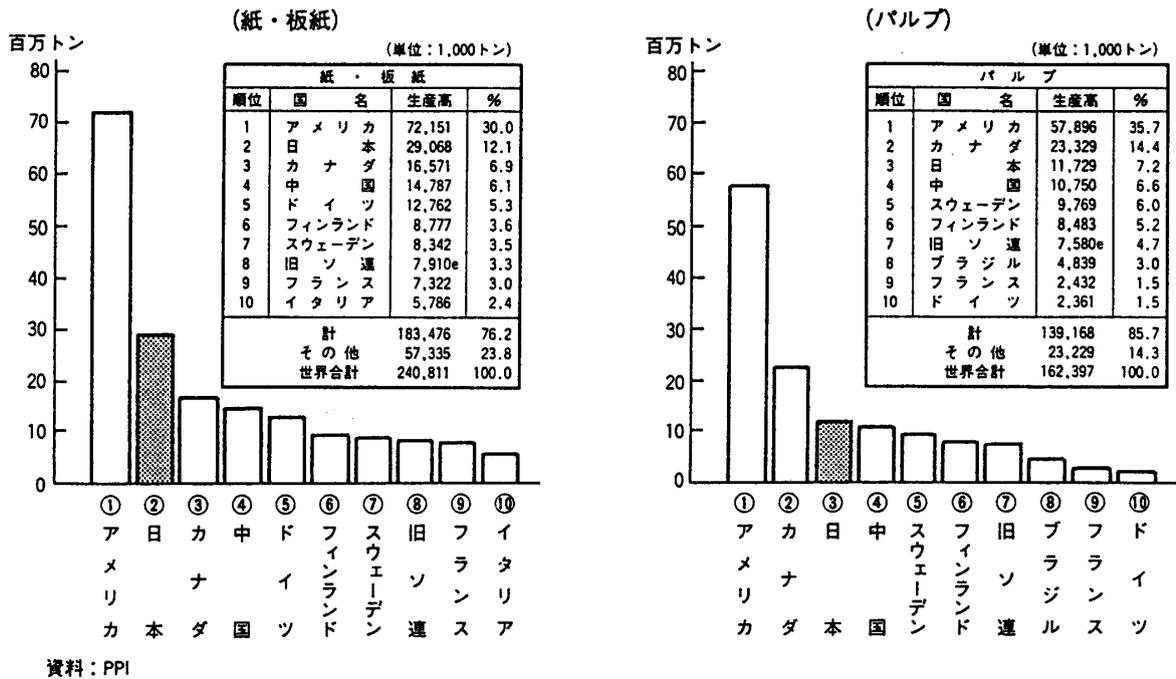


図2 世界の紙・パルプ生産量（1991年）

世界における紙・パルプの生産量を1991年の統計資料（図2）からみると、世界全体の紙・板紙の生産量は2億4千万トンである。国別ではアメリカが1位で、世界全体の30%を生産しており、我が国が2900万トン生産して、2位にある。次いでカナダ、中国、ドイツと続く。上位10ヶ国で全世界の紙生産量の76.2%を占めていることになる。一方、紙の原料であるパルプの生産量は、世界全体で1億6千万トン生産されている。国別では、やはりアメリカが世界全体の35.7%を生産して1位で、カナダ、日本、中国と続くが、アメリカの生産量は紙及びパルプともに飛び抜けている。日本は3位で、1170万トン生産している。上位10ヶ

国で全世界のパルプの生産量の実に85.7%を占めていることになる。上位を占めている国々は総体的に高い技術力をもつ国または豊富な木材資源にめぐまれた国である。

(FAO. 1987年)

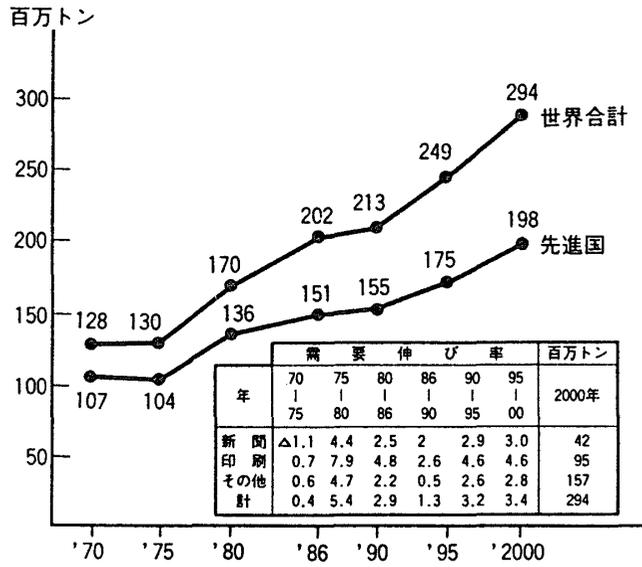
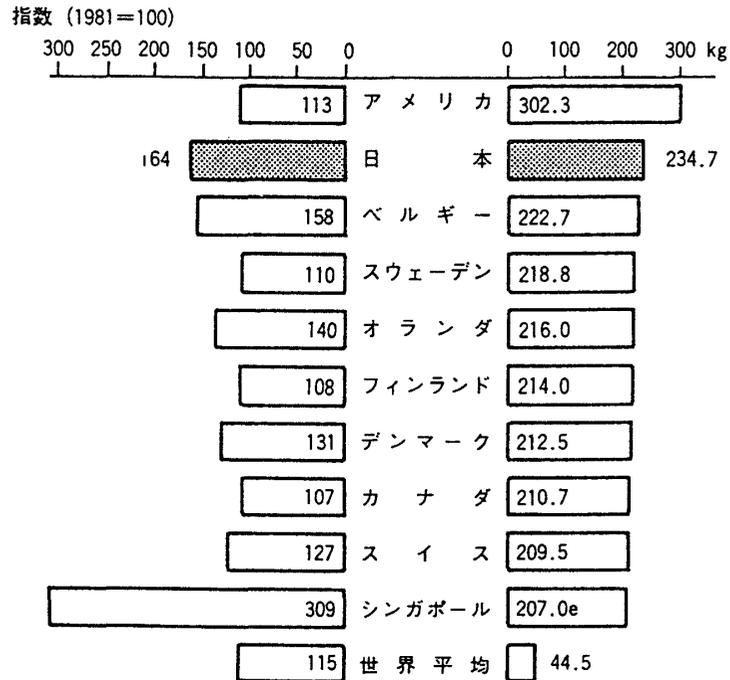


図3 紙・板紙の需要見通し

図3によって紙・板紙の需要見通しをみると、2000年には世界全体で2億9千4百万トンの需要が見込まれている。そのうち先進国が1億9千8百万トンの需要があると見込まれ、全体の67%を占める。



資料：PPI

図4 国民一人当たりの紙消費量 (1991年)

前川：紙資源とリサイクル

図4によって国民1人当たりの紙の消費量を比較してみると、アメリカが年間300kgで、1位にあり、日本が235kgで2位にある。世界の平均の紙消費量がほぼ45kgであるからアメリカでは世界平均の消費量の実に7倍、日本は5倍に相当する紙を使用していることになる。今から30年前の1960年には我国の1人当たりの紙の消費量が47kgであった¹²⁾から実に5倍に増加している。日本を除くアジアの国々では、シンガポールがベスト入りし、台湾(158kg)が飛び抜けており¹²⁾、全体では20kgぐらいとまだまだ低い水準にある。日本における年間の1人当たりの紙の消費量は、A4版ゼロックスPPC用紙で23ケース(1ケース10kgと試算)に相当する。家庭に配達される新聞を朝刊のみとしても30ヶ月分に相当するとの試算もある。またミカンパッケージ用段ボール箱(1箱670g)に換算すると350箱分に相当する。このように国民1人当たり如何に多量の紙を使用しているかがわかる。また1981年における1人当たりの紙消費量を100として1991年における10年間の伸び率について比較してみると、日本は1.64倍、ベルギーは1.58倍であり、ベスト入りしたシンガポールが3倍の伸び率である。世界全体の平均伸び率1.15倍と比較して我国の紙の消費が大幅に伸びていることが注目される。

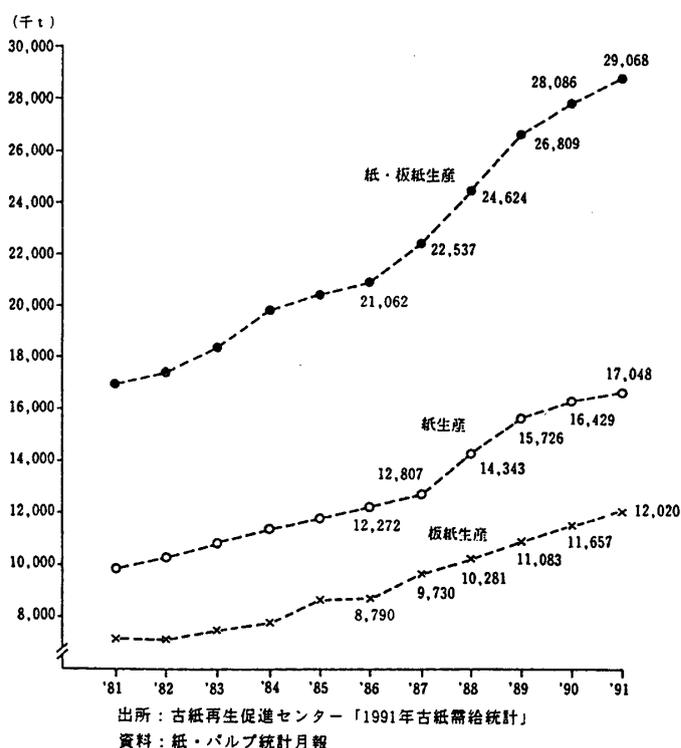
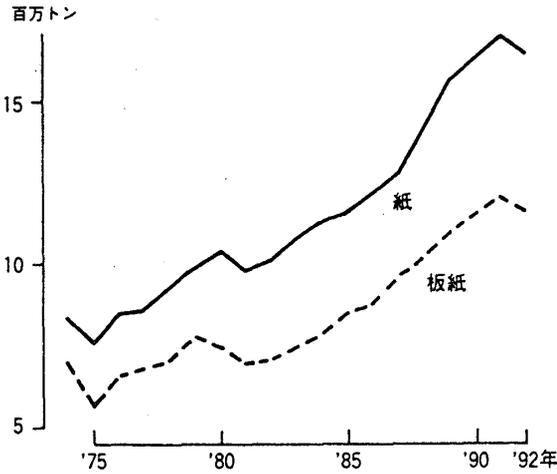


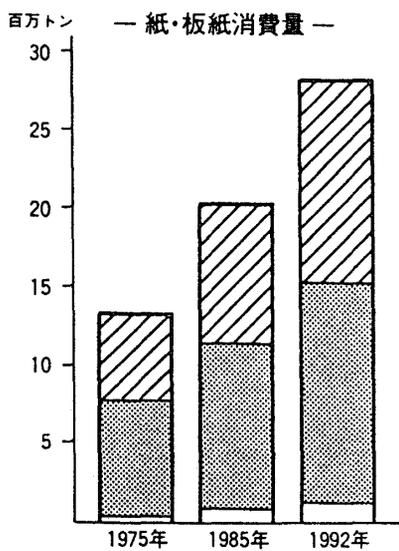
図5 紙・板紙の生産推移

図5から紙・板紙の生産量の推移を年度ごとにみても、生産量の伸びは、変動はあるものの1986年以降生産量は大きく伸びて、1991年には2900万トンに達している。図表6に示した1992年の統計資料から日本における紙の品種別生産量及びその推移をみても、新聞用紙が全体の11.5%、印刷・情報用紙が33.9%、衛生用紙は5.2%で、紙製品の割合は58.6%を占めている。一方板紙の占める割合は41.4%で、段ボール原紙が29.8%を占め、その中での主要な品種である。紙と板紙の構成割合は大体6：4になっている。年平均増加率(%)についてみると、印刷・情報用紙、段ボール原紙の増加率が大きい。一方紙・板紙の需要量の年度別推移をみても図表7のようになる。これを基に紙の品種別に年度毎の推移をみても表2、表3のようになる。



	1992年生産量		年平均増加率(%)	
	(1000t)	構成比	82~92	72~92
新聞用紙	3,253	11.5	2.3	2.3
印刷・情報用紙	9,610	33.9	6.6	—
包装用紙	1,110	3.9	1.7	▲0.1
衛生用紙	1,474	5.2	5.0	4.3
雑種紙	1,144	4.1	2.9	—
紙計	16,592	58.6	4.8	4.1
段ボール原紙	8,426	29.8	6.0	3.8
紙器用板紙	2,202	7.8	3.7	2.1
その他の板紙	1,090	3.9	4.3	2.1
板紙計	11,718	41.4	5.4	3.3
紙・板紙計	28,310	100.0	5.0	3.7

図表6 紙・板紙の生産推移



印刷・情報用
包装・加工用
衛生用

	1975	1980	1985	1990	1991	1992
新聞用紙	2,036	2,591	2,693	3,577	3,639	3,515
印刷筆記用紙	2,736	3,891	4,643	7,667	7,970	7,839
情報用紙	689	874	1,238	1,485	1,508	1,530
印刷・情報用計	5,461	7,356	8,574	12,730	13,117	12,884
包装用紙	1,043	1,094	1,107	1,175	1,144	1,087
雑種紙	440	766	1,010	1,121	1,163	1,137
板紙	5,736	7,390	8,421	11,824	12,018	11,763
段ボール原紙	(3,962)	(5,039)	(5,807)	(8,448)	(8,636)	(8,557)
紙器用板紙	(1,200)	(1,511)	(1,613)	(2,249)	(2,244)	(2,140)
包装・加工用計	7,239	9,250	10,538	14,120	14,120	13,987
衛生用紙	639	887	1,089	1,377	1,426	1,471
合計	13,338	17,493	20,201	28,227	28,868	28,342

消費量=出荷+輸入-輸出

図表7 紙・板紙の需要推移

表2 印刷・情報用紙, 包装加工用紙, 衛生用紙の需要割合の推移

	1975	1980	1985	1989	1990	1991	1992
印刷・情報用	40.9	42.1	42.4	45.4	45.1	45.4	45.5
包装加工用	54.3	52.9	52.2	49.6	50.0	49.6	49.4
衛生用	4.8	5.1	5.4	4.9	4.9	4.9	5.2

表3 需要の伸び率推移

	1975	1980	1985	1989	1990	1991	1992
印刷・情報用	100	135	157	226	233	240	236
包装加工用	100	128	146	186	195	198	193
衛生用	100	139	170	210	215	223	230

表2及び表3から紙・板紙の品種別の需要の推移をみると、印刷・情報分野における情報量の増加に伴って需要は伸びており、一方包装加工用は減少している。印刷・情報用は45%、包装加工用は50%、衛生用は5%の割合になっている。需要の伸び率の推移をみると、印刷・情報用では1975年から1992年までの間に2.4倍に、また包装加工用ではほぼ2倍に、衛生用品としては2.3倍に伸びていることがわかる。

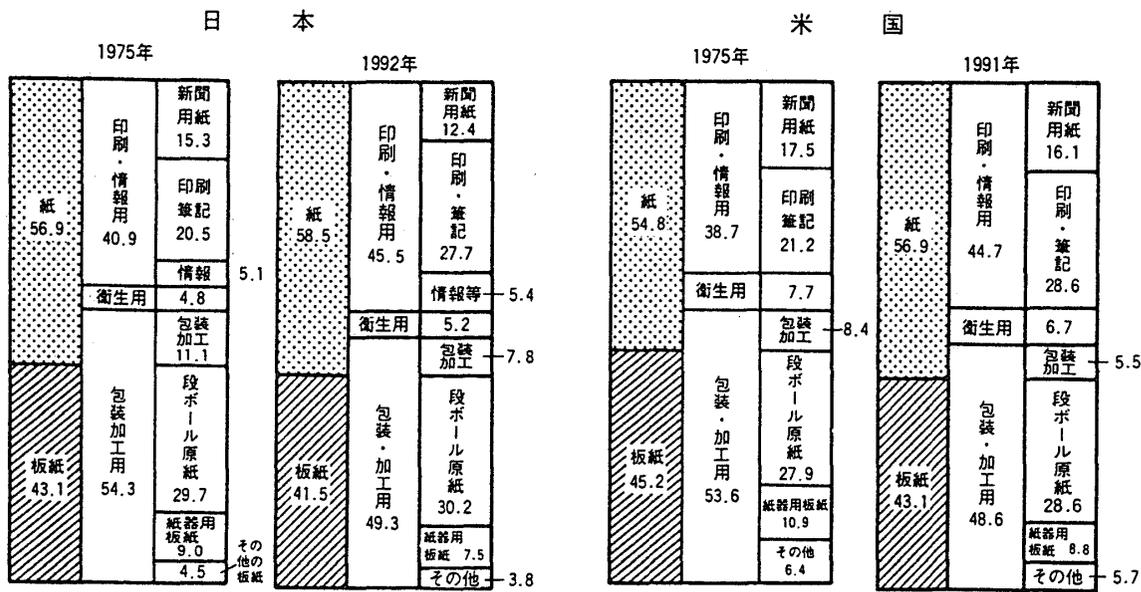
表4 紙・板紙品種別消費量

品 種	消費量(百万トン)	構成比 (%)
新聞用紙	3,515	12.4
印刷筆記用紙	7,839	27.7
情報用紙	1,530	5.4
包装用紙	1,087	3.8
雑種紙	1,137	4.0
板紙	11,763	41.5
段ボール原紙	(8,557)	(30.2)
紙器用板紙	(2,140)	(7.6)
衛生用紙	1,471	5.2
合 計	28,342	100.0

表4から紙・板紙品種別消費量を1992年の資料にもとづいてみると、新聞用紙12.4%、印刷・情報用紙33.1%、板紙41.5%、衛生用紙5.2%の割合になっており、品種別生産量と需要量の関係が極めてよく一致している。

図8から日米間における紙・板紙の需要構造を比較してみると、基本的な品種別構成には両者間に違いはないが次の2点が指摘される。1) 両者ともに紙の需要が増えて、板紙の割合が減少している。2) 両者とも印刷・情報用の割合が増えて、包装加工用の割合が減少している。地域的、文化的な差異はあるが、大体において先進国では、印刷・情報用と包装加工用の比率が高くなる傾向にある。一方後進地域などでは総じて包装加工用がなお6割程度を占め、印刷・情報用は3割程度にすぎない状況にある。この現象は文明社会の成熟の度合いに応じて紙の需要構造が変化することを示すものである。

近年、印刷・情報用紙の紙質の変化が認められるが、なかでも新聞用紙に代表される用紙の軽量化の動向がある。図9に示されたように1976年には99%が坪量52g/m²の用紙であったが、1992年では69.1%が坪量46g/m²のものに変わってきている。28.2%は坪量43g/m²の軽量紙が出現している。過去16年間で坪量で9g/m²、17%も軽量化が進んだことになる。また、包装用外装ライナーに用いる板紙についても1975年に

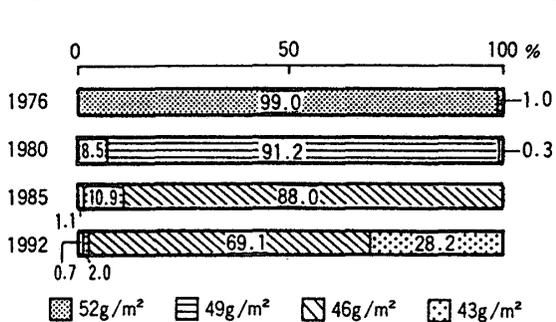


(注) 数字は構成比、米国需要=生産+輸入-輸出

資料：通産省、大蔵省、API

図8 紙・板紙の需要構造日米比較

用紙の軽量化 (新聞用紙坪量別生産構成比)



資料：「日本の広告費」(電通)，日本包装技術協会，通産省。

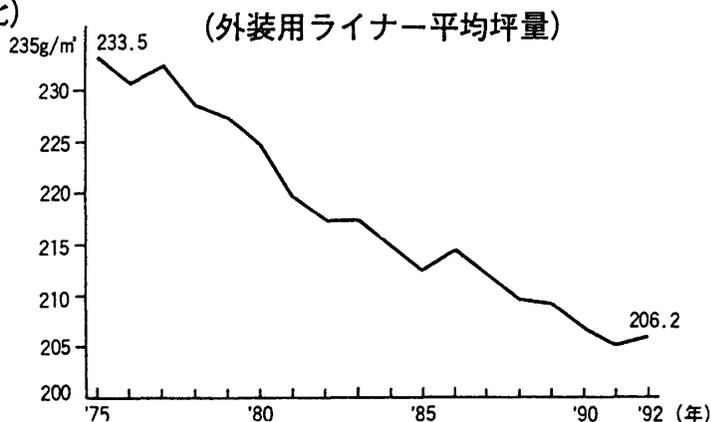


図9 用紙の軽量化 (新聞用紙坪量別生産構成比)

坪量233.5g/m²のものが1992年には206.2g/m²のものに変わってきており、12%も軽量化が進んでいる。将来にわたって技術の進歩によりますます軽量紙の比率が高くなり、軽量化が進むと予想される。

5. 製紙原料としての古紙の現状¹⁾

表5に示された製紙原料の構成内訳をみると、古紙パルプの占める割合は50%を越している。最近では輸入材チップが増え、国産材が減少傾向にある。さらに図10からパルプ材の原材料の供給源別構成をみてみると、国産材の針葉樹材と広葉樹材の構成は52：48の比率で、低質材、製材過程で出る残材が主体を占めている。

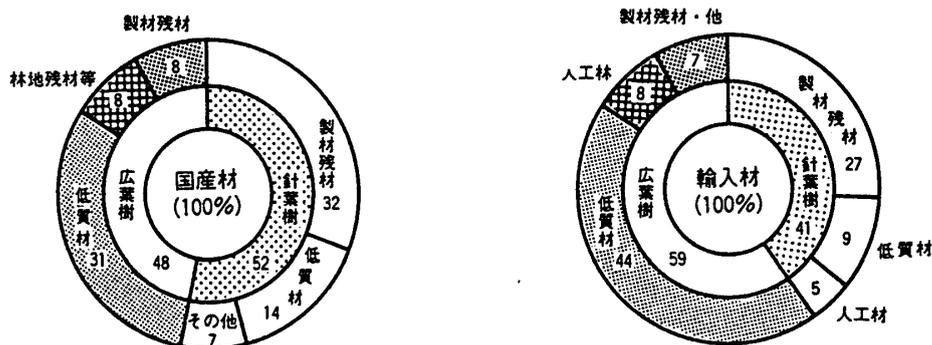
前川：紙資源とリサイクル

表5 製紙原料の内訳 (%)

	1988	1991
古紙パルプ	49.4	52.2
国産材*	21.7	17.1
輸入パルプ	9.9	8.6
輸入材(チップ)**	18.1	20.6

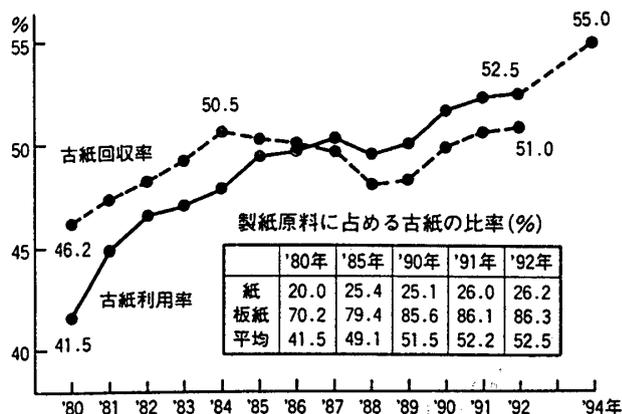
* 主として低質材、製材廃材、林地残材より構成。
 ** 北米、オーストラリアからの輸入材、主として低質材製材廃材、林地残材からなる。

資料：紙・パルプ統計年報



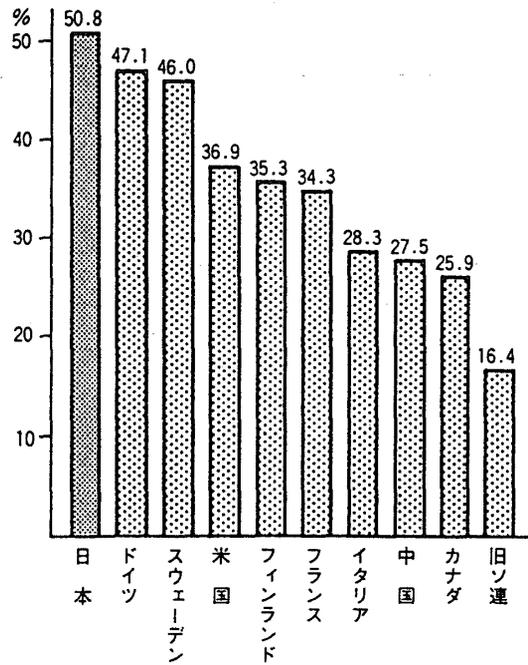
資料：日本製紙連合会

図10 パルプ材の原料材ソース別構成 (1991年)



資料：通産省「紙・パルプ統計年報」

図11 古紙の回収と利用 (55計画)



資料：PPI 1992 Annual Review

図12 古紙回収率 (1991年)

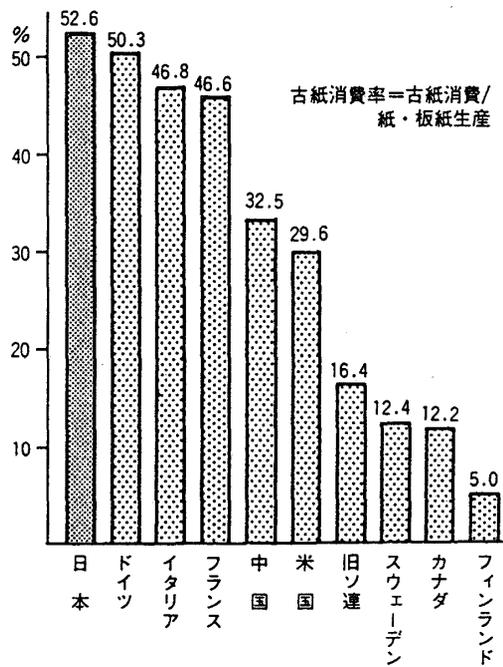


図13 古紙消費率 (1991年)

前川：紙資源とリサイクル

図11によって我国における最近12年間の古紙（使用済み紙）の回収と利用の推移をみると、'80年に古紙回収率は46.2%であったが、'92年には51.0%に増加し、古紙の利用率も'80年の41.5%から'92年には52.5%に増えている。日本製紙連合会では'94年には55%に古紙の利用率を高めようと55計画を策定して、運動を促進しているが、'92年には古紙消費の主力品種である板紙・新聞用紙の生産が減退ぎみであることから55計画の達成があやぶまれている。今後目標値を達成するためには、古紙処理技術の向上に努力するとともに、相対的に古紙利用率の低い紙分野（印刷・情報用紙）における古紙利用製品に対する需要を拡大することが必要であるとみなされている。国別の古紙の回収率、消費率を1991年の統計資料（図12、図13）からみると、我国はいずれもトップの位置にあり、古紙の回収及び利用に関しては資源を有効に活用している世界にあって誇れる模範生であるといえる。我国をはじめ、西欧（ドイツ、フランス）などでは森林資源に恵まれていないが、紙・板紙の需要の高い国では高い古紙の回収率及び利用率を達成している。一方スウェーデン、フィンランド、カナダのような北欧、北米の国は、古紙の回収率は高いが、消費率（利用率）は低い。このことは資源に恵まれているために回収した古紙を自国で消費するよりも輸出等に活用していることを示している。昨年（平成4年）6月にブラジルで開催された「環境と開発に関する国連会議（地球環境サミット）」で合意されたように世界的な傾向として 1）森林資源の保全 2）増加する都市ゴミ対策等の環境問題への関心が高まっている。近年、このような環境問題への関心の高まりから、多くの国が古紙の回収・利用を拡大する方向に努力している。具体的にみると、我国ではリサイクル法が制定され、不用になった資源の再利用を進める社会的基盤が整備されてきている。ドイツでは包装用紙リサイクル規制が強化されているし、EC内でも立法化の動きが認められる。アメリカでは古紙の配合割合を高め、再生紙の優先使用を進める運動が起こっている^{13, 14)}。

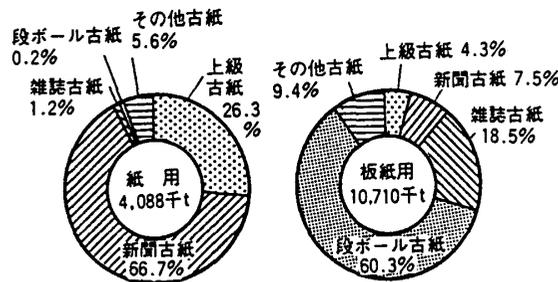


図14 古紙の紙・板紙別消費 (1992年)

また図14から紙・板紙における古紙の品種別の利用の割合をみると、1992年の実績では、紙用408万8千トン、板紙用1071万トン合計1479万8千トンとなっている。紙用では新聞古紙が6割以上占め、板紙用では段ボール古紙、新聞古紙、雑誌古紙で8割以上占めている。

我国の古紙の回収率は50%を超え、世界的にも高い水準にある。古紙は紙・板紙の原料として、国内で一応自給できる体制にあるが、大切な資源であるから国内古紙の補完的な意味で輸入されている。図15によって我国の過去12年間の古紙の輸出・入の推移をみると、古紙の輸入は最近増加傾向にあり、'91年には85万1千トン輸入している。古紙の総消費量に占める輸入古紙の割合は、5.7%である。輸入先はアメリカ、カナダ等の北米である。一方古紙の一部は香港、台湾のような東南アジア地域に輸出しているが、古紙の輸出入のバランスは、圧倒的に輸入超過になっている。この結果は、現在古紙の利用率が古紙の回収率を上回る形で推移しており、将来ともにこの傾向が続くと予想されている。

紙・板紙における古紙の利用率の年度別の推移を表6の資料¹⁵⁾からみると、'55年には古紙利用率は

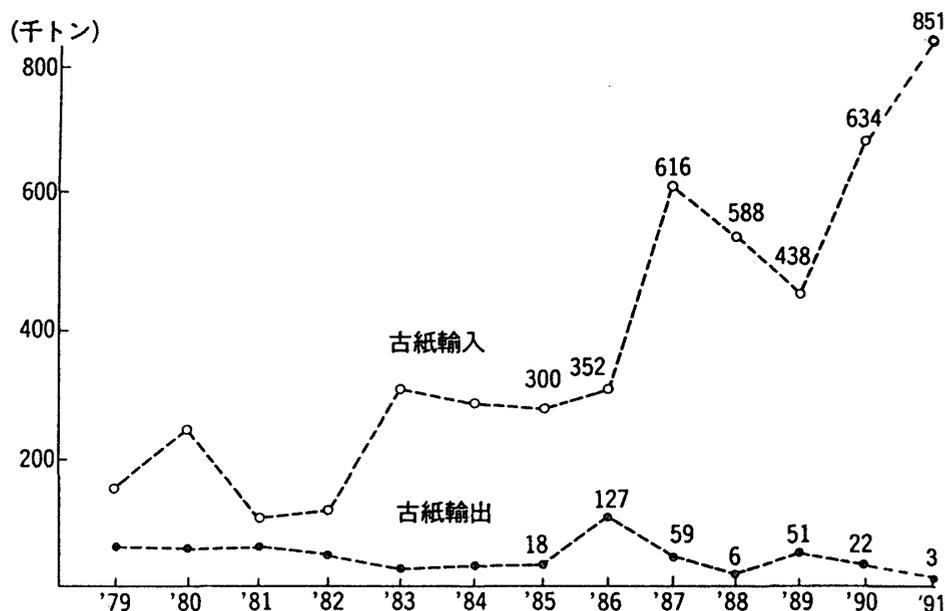


図15 古紙の輸出・輸入推移

表 6

年	紙	板紙	合計	年	新聞紙	印刷紙	衛生紙	Kライナー	白ボール
55	8.7	45.6	20.3	75	0.10	0.10	0.91	0.24	0.92
60	11.1	54.5	28.5	80	0.29	0.12	0.78	0.29	1.01
65	11.6	61.5	31.9	85	0.48	0.16	0.78	0.52	1.00
70	12.2	58.3	33.5	90	0.47	0.15	0.62	0.67	0.95
75	15.5	63.6	37.1						
80	20.8	70.6	42.0						
85	25.6	79.4	49.3						
90	25.2	85.8	51.5						

紙・板紙主要品種の古紙使用原単位の変化
 (注) 使用原単位：総原料100に対する古紙の使用比率。紙に加工するとき、古紙は約10%程度目減りする。
 資料：(財)古紙再生促進センター「古紙統計」

紙・板紙古紙使用比率 (%)
 (注) 紙は和紙を含む
 資料：通産省「紙パルプ統計」他

20.3%と低かったのが '90年には51.5%に上昇してきた経過がよくわかる。また品種別にみた古紙の使用状況では、新聞紙、包装用厚紙、Kライナーでは古紙の利用の進んでいることがわかる。従来から包装用段ボール紙、衛生用紙はチリ紙にみられるように100%古紙の再利用が積極的に行われてきた品種であるが、最近

前川：紙資源とリサイクル

では古紙を使用しない衛生製品が出現して、古紙の利用率を低くしている。

6. 古紙のリサイクル

リサイクルのための古紙の回収は、図16に示したようなルートで行われている¹⁶⁾。

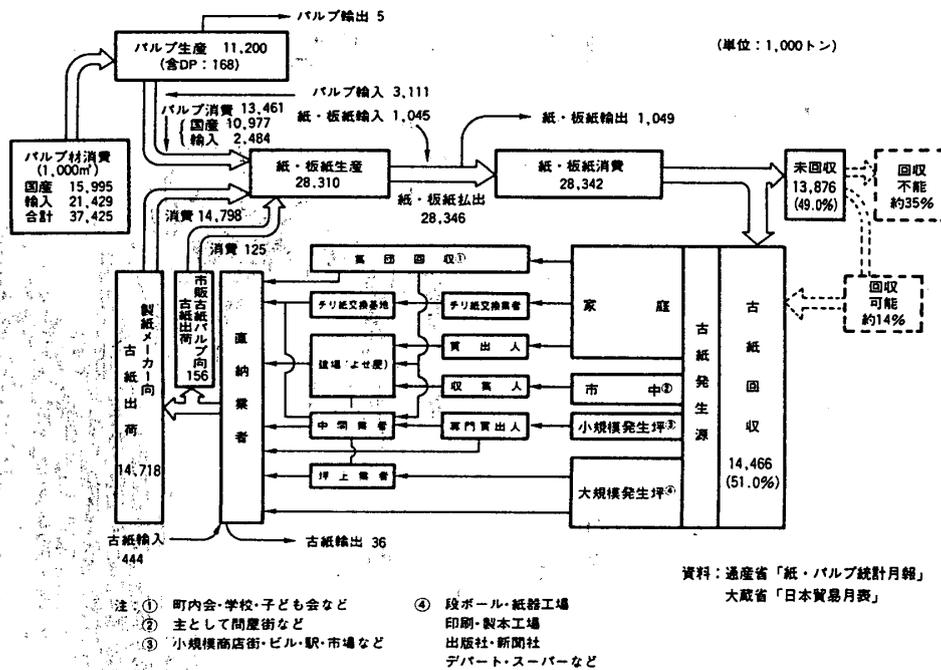


図16 古紙の流通機構とリサイクリング (1992年)

古紙の発生源である一般家庭、商店街、段ボール・紙器工場、印刷製本出版社、新聞社、デパート、スーパーなどから出た古紙は回収業者であるチリ紙交換業者、買出人、収集人などによって回収され、中間古紙問屋をへて直納業者に集められる。時にはオフィスや町内会で集団回収され、直接直納業者にわたされるケースもある。ここから製紙メーカーに出荷され、紙・板紙に生産される。パルプと混合して再生製品となって紙・板紙として使用された後は、再び古紙にもどされる。この際回収されないものが49%と半分近くあり、全く回収不能なもの35%を差し引くとまだ努力すれば回収可能なものが14%あり、理論的な古紙の回収率は65%と試算されている。この数値はあくまでも試算された理論値で、古紙の回収率をこれまで達成することは現実には極めて厳しい事情がある。

7. 古紙リサイクルの意義

古紙を回収して、再利用を進めることにより、どのような効果が期待されるのか、何故古紙のリサイクルを進める必要があるのかを改めて考えてみる。まず第一に製紙原料である木材資源の節減になり、ひいては木材資源を伐採しなくてよいから森林資源の保護に役立つ。試算によると1トンの古紙は直径14cm、高さ8mの立木が20本に相当するといわれる。従って1トンの古紙を活用すれば直径14cm、高さ8mの立木が20本も節約できることになる¹⁷⁾。

次に古紙は一度繊維状にばらばらに離解したものであるから再生に要するエネルギーコストは木材チップから製造するバージンパルプをつくるよりも少なくすむ。従って古紙パルプの製造は省エネルギー効果に役立ち、コストの節減に寄与することになる。第3番目には無駄な木材資源を伐採しなくてよいからむしろ

森林環境を保全し、自然の生態系の保護に役立つことが期待される。

以上の古紙のリサイクルを進める効果に加えて、何と云っても最大の効果は現在の都市ごみ廃棄物の減少に寄与することである¹⁸⁾。リサイクル法が制定された背景には都市ごみ廃棄物がますます増加し、処理しきれなくなってきた事情がある。そして出来るだけごみ廃棄物を減らしたいと都市の自治体では考えている。東京都清掃局の資料(図17)によると、ごみ廃棄物に占める紙資源の比率が45%を占めている。他の自治体でも事情はおおむね変わらないであろう。混合すればごみ廃棄物であり、分別すれば紙資源として活用出来ることから古紙のリサイクルの意義がある。古紙の分別・回収を進めて、都市ごみ廃棄物中の紙製品の比率を減らす必要がある。

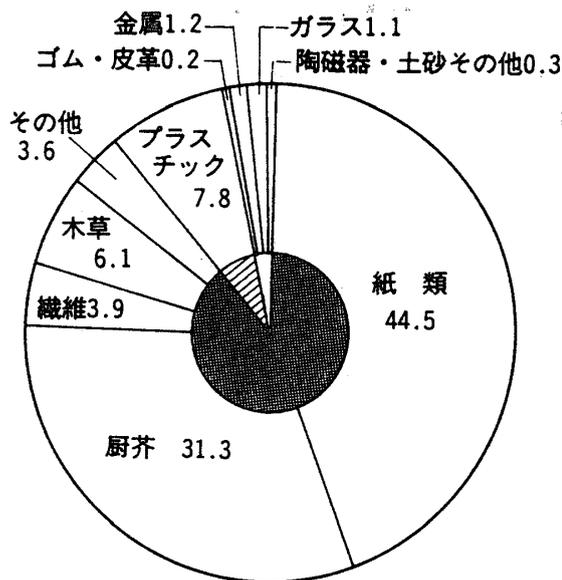


図17 平成元年度可燃ゴミの組成 (単位%)

資料：東京都清掃局

さらには増大する紙製品の需要、氾濫する紙製品の現実を直視して、不用になったからといって廃棄してしまうのはあまりにもったいないという意識から古紙のリサイクルにかられている事情もあると思う。身近な例として牛乳パックの紙容器がある。これは針葉樹の良質パルプを使用しているといわれる。不用になったからといって廃棄してしまうのはあまりにもったいないし、資源の浪費につながる。従って何とか古紙へのリサイクルを考えようとする運動が実際にあちこちで進んでいることはものに対するもったいないという意識から出てきていると思われる。

8. 古紙リサイクルを進めるうえの問題点^{19,20)}

1) 古紙のリサイクルにはコストがかかる。

全体の経済的なコストからみると、古紙パルプは木材チップからつくられるいわゆるバージンパルプに比べて安くないことである。古紙パルプは一度機械的に繊維状にばらばらに離解されたものであるからバージンパルプに比べると製造のエネルギーコストは低くてすむかもしれないが、付帯する経済的なコストが加味されてくると必ずしも安くない。むしろ高くつくことになる。表7に示されるように、古紙処理には古紙に印刷されているインクを抜く脱墨(脱インク)処理、さらに白くする漂白処理は、古紙を再生するために必要な操作である。近ごろでは高い白色度が要請されるのでそれだけ高度の脱墨処理技術を必要と

表7 処理技術の概要

① 離解	パルパーの機械力と薬品で古紙を繊維状にほぐし、印刷インクを繊維から剝離する。
② 除塵	古紙に含まれている異物（プラスチック、ホチキスなど）とごみを除去する。
③ 脱墨 (脱インク)	繊維により剝離されたインクをフローテーターあるいは洗浄機で系外に排出する。
④ 漂白	脱墨された繊維を過酸化水素などによって漂白する。

出典：古紙再利用システムと資源リサイクル

する。そのために大型の設備を用いることになるからその分コスト増となって加わってくる。古紙は市況（商品相場）に左右されやすい商品であることも考えておく必要がある。現在のように円高が進行すると、安い輸入古紙パルプに依存することが多くなり、輸入古紙パルプが増える。国内の古紙パルプとの競合から価格の値くずれが起こってくる。極端な場合には古紙の直納問屋業者価格で半値近くまで下落し、価格の高低差がきつい。この影響はもっぱら古新聞や古雑誌などを回収する零細なチリ紙交換業者がもろにうけ、転廃業におこまれたケースも多いと聞く。製紙メーカーサイドでは古紙パルプを製紙原料としてこれ以上増やしたくない事情がある。従って古紙の価格の維持をはかるには、古紙の回収に経済性を無視したボランティア精神であたらねばならない面が多分にある。すなわち古紙の回収にそれ相当の人員費は見込まれていないからである。ほとんど無償で行われていると見るべきである。古紙はそれ相当の見返りを要求出来る商品にはなりにくい面をもっている。すなわちバージンパルプと同列に考えられない商品である。従って古紙のリサイクルにはコストがかえって高くつくことも覚悟しなければならない。

2) 古紙の需要に伸び悩み現象がある。

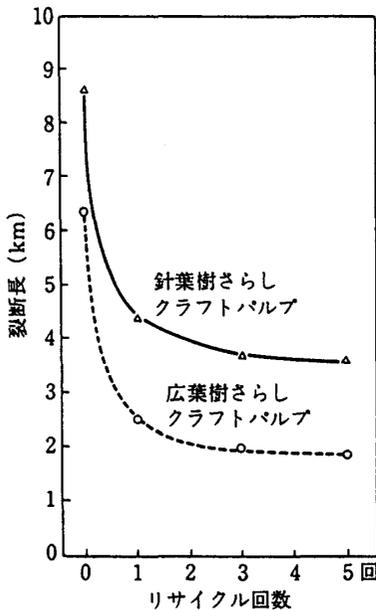


図18 リサイクル回数と裂断長（引っ張り強さ）との関係

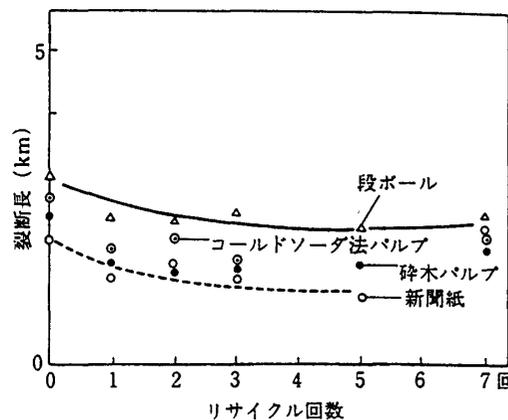


図19 機械パルプのリサイクルによる裂断長の低下

古紙パルプは元来は生物資源である。何回でも再生してリサイクル出来るものではない。当然リサイクルには限度がある。図18・図19に示された実験結果では通常4～5回のリサイクルで紙としての性質は劣

化する²¹⁾。紙質の劣化が進むと、紙粉が出やすくなるとか、白色度が低くなるとかが起こるために製品となる再生紙は低級品であるという悪いイメージが付きまとうことになる。製紙メーカーサイドでは紙の品質を低下させるから古紙パルプの混入をさげたいという思惑がある。一方では古紙の再生利用を促進するリサイクル55計画にそって回収される古紙の供給は、50%を超す高い水準に達している。ここに供給過剰状態が出現し、需要・供給のバランスがくずれる事態が起こりうる。

かくして古紙の需要を拡大するには、ある程度の白色度で我慢し、どうしてもリサイクル出来ない品種の紙製品には古紙パルプを優先的に使用するように対策を講じる必要がある。

3) 古紙再生のための処理技術に問題がある。

紙として消費され、不用になった紙は古紙として回収され、製紙メーカーにもどされて再生紙になる。まずパルパーという機械で薬品とともに繊維状に離解され、除塵、脱墨(脱インク)処理をへて、漂白されて再び製紙原料としての古紙パルプになる。脱墨の工程には洗浄法とフローテーション法(浮遊選鉱法)とがある。前者は繊維上のインクを界面活性剤でばらばらに分散させ、水で洗い出す方法であり、後者は、鉍物の精練に用いられてきた浮遊選鉱法を適用したもので、繊維上のインクを凝集・集合させて泡を吹き込んで繊維表面からインクを泡とともに浮遊させて洗い出す方法である。

(図20)

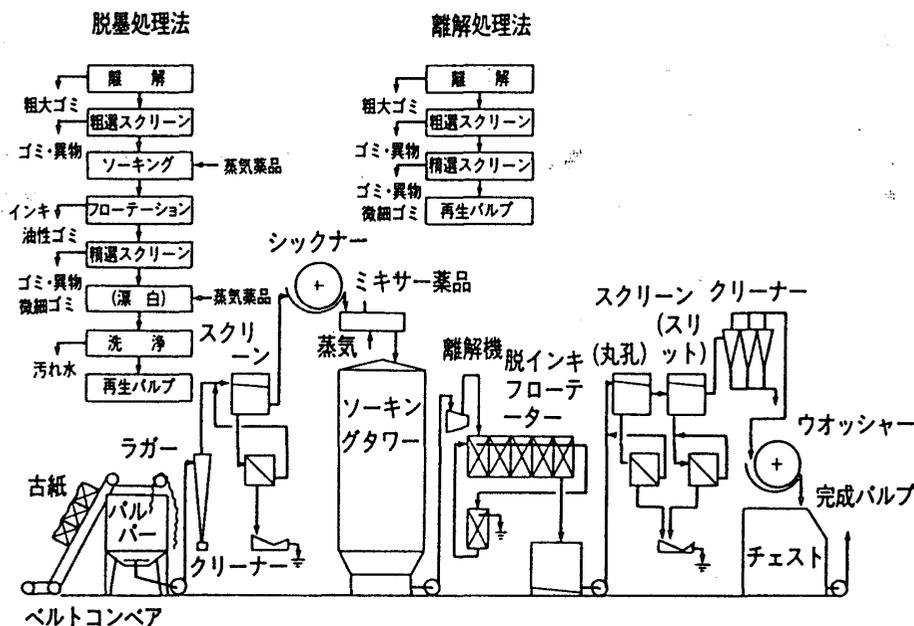


図20 脱墨工程例 (新聞・雑誌などからの古紙パルプの製造例)

最近、新聞、出版物は印刷技術が進展し、カラー印刷が進んでいる。そのために白色度に対する要求度が高い。繊維に付着する細かいインクのしみが嫌われる。一方では古紙パルプの劣化を出来るだけおさえ、脱墨(脱インク)処理技術の向上をはからねばならない。そのためにメーカーサイドの処理技術のコストの負担増となって、はねかえってくる。ここに製紙メーカーで古紙パルプを活用したがる一面がある。また包装の封緘用に用いられている接着剤は、使用する側では大変便利で重宝であるが、いざ古紙としてリサイクルにまわされると、処理工程で阻害要因となり、紙質の低下をもたらす。この接着剤を除去するための技術が加わってきてコスト増になる。さらに表8に示されるようにOA古紙として排出される種別用紙にそれぞれ処理してパルプ化する際に問題点をかかえている。

表8 OA古紙の種類とパルプ化での問題点

種 類	問 題 点
PPC	トナーが薬品処理で分散されにくく、粒子状の黒点が若干残る。
感熱紙	難離解性、熱処理によって白色度が低下する。
熱転写記録用紙	難離解性
静電記録用紙	難漂白性、粒子状黒点が多い。

出典：古紙再利用システムと資源リサイクル

4) 古紙を再生紙として利用する立場の違いに問題がある。

製紙原料として利用する製紙メーカーサイドでは、これ以上古紙の利用を増やしたくない事情がある。リサイクル法が施行されて一応協力する姿勢にはあるが、むしろ現在では消極的な立場に立っている。また古紙からつくられた再生紙を使用する消費者サイドでは、再生紙に対する意識として低級品であるというイメージがいまだに根強い。再生紙を使用することに対する嫌悪感すらある。このようなそれぞれの立場の意識を変える必要がある。でも最近では普通紙と見分けがつかないほどの再生紙が出まわり、積極的に再生紙を使用した出版物も増えていることは好ましいことである。

ま と め

古紙のリサイクルを進めてゆくうえでこのような問題点を克服してゆかなければ、紙資源のリサイクルの意義が失われかねないし、紙資源を円滑に活用することは困難であろう。限りある資源を後世の人々にも存続してゆくために、無駄な消費（浪費）を控え、大量の使い捨て消費を慎み、節約する意識への改革が必要ではないかと思う。

来るべき社会、21世紀はリサイクル社会である。このようなリサイクル社会の構築に向けて意識の改革が必要である。

最後に次の3点をまとめとしたい。

- 1) 古紙のリサイクルは進めてゆかねばならない。
- 2) リサイクル出来ない品種の紙製品には再生紙を優先的に用いるようにする。古紙パルプの配合率を高める。
- 3) 大量消費を反省し、出来るだけ無駄な紙の消費を慎み、紙を大切に使用する意識の変革が必要である。

参 考 文 献

- 1) 小宮英俊：“古紙のことをもっと知りたい”，リサイクル文化社，p.14（1990）
- 2) 小宮英俊：“紙の文化誌”，丸善ライブラリー，p.131（1992）
- 3) 小林嬌一：“紙の今昔”，新潮社，p.50（1986）
- 4) 渡辺勝二郎：“紙の博物誌”，出版ニュース社，p.107（1992）
- 5) 日本製紙連合会：紙・パルプ，No.506(11)，8（1991）
- 6) “紙パルプの種類とその試験法”，紙パルプ技協会編，p.5（1966）
- 7) 門屋 卓，角 祐一郎，吉野 勇共著：“紙の科学”，中外産業調査会，p.41（1977）
- 8) 門屋 卓編：“機能紙”，工業調査会，p.7（1988）
- 9) 日本製紙連合会：紙・パルプ，No.504(9)，7（1991）
- 10) 林産行政研究会（林野庁監修）：“木材需要と木材工業の現況（平成4年度版）”，p.256（1992）
- 11) 日本製紙連合会：紙・パルプ，No.525（特集号），6（1993）

- 12) 本州製紙再生紙開発チーム編:”紙のリサイクル100の知識”, 東京書籍, p.10 (1992)
- 13) 11)の文献 p.13.
- 14) 1)の文献 p.61.
- 15) 12)の文献 p.72.
- 16) 11)の文献 p.14.
- 17) 12)の文献 p.90.
- 18) 日本製紙連合会:紙・パルプ, No.516(8), 9 (1992)
- 19) 大江礼三郎:紙パ技協誌, 46(2), 1486 (1992)
- 20) 日本製紙連合会:紙・パルプ, No.520(11), 11 (1992)
- 21) 大江礼三郎:”リサイクルのための化学”, 日本化学会編, 大日本図書, p.158 (1992)
- 22) ”リサイクルの時代を開く”:リサイクル文化社, p.36 (1991)
- 23) 紙のはなし編集委員会編:”紙のはなし” I, II”, 技報堂出版 (1985)
- 24) ”紙のリサイクルと再生紙”, 紙業タイムス社 (1992)
- 25) 農林統計協会:”林業白書 (平成4年度)” (1983)