古紙利用の現状と今後の課題

日本製紙株式会社 研究開発本部開発企画部 竹 下 登

Present Status of Paper Recycling and Future Subjects

Noboru Takeshita

Nippon Paper Industries Co., Ltd. R&D Planning Dept.

Recently the utilization rate of used paper had been increasing dramatically, may achieve 58% in 2001. It was mainly due to decreasing in the market price of collected used paper because of increase in the collecting volume, the increasing cost difference with wood chip, the progressing of de-inking technology, and the stronger demand of recycle product at the market. De-inked pulp is likely to be used for wood free products today. At the poor market situation wood-free coated paper is decreasing in sales, however coated paper which contains recycled pulp has been sold 120% over the last year. This trend will be continued.

Comparing the energy consumption in the production process for each pulp, used energy of DIP was the lowest, but it came from only fossil fuels. On the other hand used energy of chemical pulp was bigger than that of DIP, but less fossil fuels consumed because some part of energy can be provided by itself.

In order to construct recycling-oriented industry, it is necessary to set up and proceed the two recycling systems, namely a forest recycle to immobilize carbon dioxide and regenerate forest resources, and used paper recycle to save resources and energy. Japan Paper Association decided 60% as a target of utilization rate of waste paper in 2005. To achieve the figure, it is essential to cooperate between governments, related industries, and consumer. They should make efforts to use more recycle products, to achieve a preferable product quality, to collaborate a complete fractional recovery and an effective recycle system of office waste.

分類：A₅ 古紙原料，G₁ 古紙一般

1. はじめに

製紙産業では古くから、古紙利用を進めてきている。まず板紙への利用からスタートし、1970年代には新聞用紙、中下級紙への利用が進んできた。その後1990年代前半にごみ問題に端を発して、森林資源問題がからみ、再生紙ブームが起こってきた。

その結果として再生紙イコール環境に優しいという代名詞のように使われている例も多い。更に循環型社会構築に対する社会的要請などに伴い、一段と古紙利用が進んできている。

しかし、古紙利用は資源保護や省エネルギー、循環型社会及び産業構築といったような全体的、多面的視野で考えるべきである。

ここでは製紙産業の古紙利用、再生紙製造の全体像を展望し、今後の課題について整理してみたい。

2. 製紙産業の概要

古紙利用の現状と今後の課題を理解するためには製紙産業の全体像を知る必要があり、本題に入る前に、製紙産業の概況について述べる。

紙の生産量はGDP成長率と連動して、これまでは右肩上がりで成長し、2000年現在で、紙の年間生産量は1,900万トンとなっている。板紙は1990年以降微増で、現在1,280万トン、あわせて3,190万トン生産している。これまでは順調に成長してきたが、2001年は日本全体の不況とも関連して、マイナス成長（対前年比約マイナス1.9%の見込み）となり、2002年は紙・板紙計で3,120万トン、対前年比マイナス0.9%と予測される（日本製紙連合会）など、今後の成長も予断を許さない状況にある。

2000年の紙の品種別売上、生産量を表1に示す。紙では微塗工・塗工印刷用紙が生産量673万トン、売上6,910億円と最も多く、ついで新聞巻取紙、非塗工印刷用紙、情報用紙、衛生用紙の順になっている。

板紙ではライナーが最も多く、白板紙、中芯原紙の順になり、生産量は合計1,280万トン、売上6,730億

円となっている。

紙の大手ユーザーである出版向け及び印刷向けの出荷量をみてみると、出版向け210万トン、印刷向け474万トンとなり、印刷用紙の71%が出版・印刷向けとなっている。ここ数年出版向けは漸減、印刷向けは漸増傾向にある。

平均販売価格は紙で118円/kg、板紙で53円/kg、製紙業全体で92円/kgであり、製紙産業は安価な製品を大量に製造販売している産業である。

これらの紙の多くは大なり、小なり古紙を使用している。従って古紙、再生紙を検討する場合、例えばコピー用紙のように一品種の再生紙のみを考えるのではなく、紙全体を展望していく必要がある。

3. 古紙リサイクルの現状

図1に古紙回収率と利用率の推移を示す。なお回収率と利用率の定義は次のようになっている。

$$\text{古紙利用率} = \frac{\text{古紙消費量} + \text{古紙パルプ消費量}}{\text{繊維原料合計使用量}} \times 100$$

（パルプ＋古紙＋古紙パルプ＋その他）

表1 紙の品種別売上、生産量¹⁾

2000年			
品 種		販売高(10億円)	生産量(千トン)
紙	新聞巻取紙	400	3,419
	非塗工印刷用紙	292	2,889
	微塗工・塗工印刷用紙	691	6,730
	情報用紙	169	1,737
	包装用紙	111	1,049
	衛生用紙	300	1,735
	その他の紙	276	1,477
	紙	2,239	19,037
板紙	ライナー	272	5,790
	中しん原紙	139	3,886
	白板紙	174	1,851
	その他板紙	88	1,265
	板 紙	673	12,791
紙 ・ 板 紙		2,913	31,828

古紙回収率

$$= \frac{\text{古紙国内回収量}}{\text{紙・板紙国内消費量}} \times 100$$

$$\left(\frac{\text{メーカー入荷} + \text{輸出} - \text{輸入}}{\text{メーカー払出} - \text{輸出} + \text{輸入}} \right) \times 100$$

各方面の努力もあり、1988 年以来共に上昇を続け、古紙利用率は 2000 年に 57% に達し、2001 年には 58% に到達すると予想されている。

近年古紙利用率が上がってきた要因としては古紙の回収量増加による古紙市況価格の低下と木材チップとの価格差の拡大、DIP 技術・利用技術の進歩、古紙利用製品需要拡大などがあげられる。

後述するが、製紙連合会では 2005 年に古紙利用率 60% を掲げて、目標達成のため諸施策を実施していくことになっている。

図 2 は古紙全体の発生・流通経路を示したものである。発生源は家庭、市中、小規模及び大規模発生坪の 4 箇所で、ここで集荷された古紙は古紙業者を経て、製紙メーカーに納入される。その量は 2000 年で年間 1,800 万トンに及んでいる。この古紙と国産及び輸入のバージンパルプ 1,350 万トンから紙・板紙 3,180 万トン製造している。その 95% が国内で消費され、大

部分が古紙となってリサイクルされる。

回収不能品も含めて、未回収分は 1,330 万 (42%) となっており、発生量の 58% が回収ルートに回っている。

このルートに乗っている古紙は経済原則で流通するが、このルートに乗っていない古紙を回収しようとする

図 1 古紙の利用率と回収率の推移¹⁾

図 2 古紙全体の流通とリサイクル²⁾

図3 古紙品別構成比¹⁾ (単位: 千トン)

るとき、多大な努力やコストがかかることになり、いかに効率良く集荷するシステムを作っていくかが、今後の課題の一つである。

日本は諸外国と比較すると狭い国土で多量の紙を消費しているため、古紙マーケットとしては非常に条件の優れた国である。そのため経済原則が成立しやすく、世界有数の古紙利用国になっている。

しかし近年ゴミ問題などから、経済ベースに乗りにくい古紙を回収せざるを得なくなってきたこと、及び各企業が自社のイメージアップに利用するなどの動きもあって、やや複雑になってきている。

図3に古紙品別消費量の構成比を示す。最も集めやすく、利用先もきまっているダンボール古紙が46%、820万トンと最も多く、ついで新聞古紙は24%、430万トン、雑誌古紙14%、250万トンとなっている。上級古紙はまだまだ集荷量が少なく、全体からみれば10%のレベルである。

これまでは集めやすい、古紙パルプ化がしやすい、価格が適正であるといった条件にかなう古紙から順番に集荷されてきた。今後回収を増やしていくにはこれまで種々の要因により集められていなかった古紙を如何に集荷・利用していくかが今後の課題である。

少し視点を変えて製紙原料のソース別構成を見てみると、古紙は製紙原料全体の56% (1999年) を占める主要原料である (図4)。

よくこの紙は何%再生紙という表現を目にするが、日本全体でいえば56%再生紙を使っていることになる。

図4 製紙原料のソース別構成³⁾

国産パルプは35%、輸入パルプは9%の割合である。ちなみに国産パルプを製造する上での使用木材の内訳を見ると、輸入材は国産材の2.2倍を占め、中味は人工林材と製材廃材合わせて55%、低質の天然林材45%からなっている。国産材も人工林材、製材廃材合わせて56%となっている。

4. 製紙産業の資源問題への取り組み

ここで本題とは若干ずれるが、古紙とは関連の深い製紙産業の資源問題への取り組み、特に植林について触れてみる。

製紙産業は表2に示すように、資源の安定確保を目指して、積極的に植林、特に海外植林に取り組んでいる。地域はオーストラリア、チリ、南アフリカ、中国などである。樹種は主に早成樹のユーカリで、この木は成長が早く、約8年でパルプ用材として伐採可能であり、またパルプ化適性も優れている。

すなわち8年分の土地があれば、1年ずつ切って、その後植林していけばリサイクル可能である。実際にこのようなツリーファームが南米などでスタートしている。

近年日本側企業としては商社、出版社、電力会社、自動車メーカーなどが炭酸ガス排出権取引や企業のイメージアップを目的として、植林事業に参画してきている。

但しこの海外植林は旱魃や病虫害による被害、政情不安、資金回収に時間がかかるなど非常にリスクも多い。

図5は日本製紙の海外植林プロジェクトを示したものである。オーストラリア、チリ、南アフリカを中心に現在4万haの植林を行っている。2008年には10

表 2 製紙産業の植林への取り組み³⁾

日本側企業	相手国	現地会社名	事業地域	事業内容
大昭和製紙、伊藤忠商事	オーストラリア	Harris Daishowa (A) Pty. Ltd.	Eden, New South Wales	ユーカリチップ 植林事業 1,400 ha 実施(ユーカリ)
王子製紙、野村証券	バブアニューギニア	Jant Pty. Ltd.	Gogol, Madang	MLH, ユーカリチップ 植林事業 9,100 ha 実施(ユーカリ, アカシア)
大王製紙、丸紅	米国	California Wood Fibre Corp.	Sacramento, California	チップ
大王製紙、伊藤忠商事	チリ	Forestal Anchite Ltda.	(第 10 区)	植林事業 26,000 ha 実施(ユーカリ, ラジアータ)
三菱製紙、三菱商事	チリ	Forestal Tierra Chitena Ltd.	(第 8 区)	植林事業 8,700 ha 実施(ユーカリ)
日本製紙、住友商事	チリ	Volterra S. A.	(第 8 区)	植林事業 10,600 ha 実施(ユーカリ)
王子製紙、伊藤忠商事、富士ゼロックス	ニュージーランド	Southland Plantation Forest Company of NZ. Ltd.	South Island	植林事業 7,600 ha 実施(ユーカリ)
王子製紙、伊藤忠商事、千趣会、東北電力	オーストラリア	Albany Plantation Forest Company of Australia PTY. Ltd.	西豪州、アルパニー地区	植林事業 16,900 ha 実施(ユーカリ)
王子製紙、日商岩井、大日本印刷	ベトナム	Quynhon Plantation Forest Company of Vietnam	ビンデン省クイニョン市	植林事業 7,100 ha 実施(ユーカリ, アカシア)
日本製紙、三井物産	オーストラリア	Bunbury Tree Farm Project	西豪州、バンバリー	植林事業 6,900 ha 実施(ユーカリ)
三菱製紙、三菱商事、東京電力	オーストラリア	Tas Forest Holdings Pty. Ltd.	タスマニア州北部	植林事業 5,300 ha 実施(ユーカリ)
丸住製紙、丸紅	ニュージーランド	Marusumi Whangarei	Whangarei, North Island	チップ
大王製紙	米国	Oregon Chip Terminal Inc.	Oregon	チップ
王子製紙、日商岩井、凸版印刷、北海道電力	オーストラリア	Green Triangle Plantation Forest Company of Australia	Victoria	植林事業 2,700 ha 実施(ユーカリ)
日本製紙、三井物産	オーストラリア	Green Triangle Tree Farm Project	Green Triangle	植林事業 2,400 ha 実施(ユーカリ)
日本製紙、三井物産	オーストラリア	Victoria Tree Farm Project	Victoria	植林事業 2,200 ha 実施(ユーカリ)
日本製紙、住友商事	南アフリカ	Forest Resources		植林事業 4,400 ha 実施(ユーカリ, アカシア)
中越パルプ工業、北越製紙、丸住製紙、丸紅	ニュージーランド	New Zealand Plantation Forest Company, Ltd.	Whangarei, North Island	植林事業 1,100 ha 実施(アカシア)
日本製紙、伊藤忠商事	中国	Crown Million Yangjiang Forestry Ltd.	広東省	植林事業 500 ha 実施(ユーカリ)
王子製紙、伊藤忠商事、講談社、電源開発	オーストラリア	Brisbane Plantation Forest Company of Australia Pty. Ltd.	Brisbane	植林事業 900 ha 実施(ユーカリ)
王子製紙、日商岩井、小学館、日本紙(パルプ)商事	オーストラリア	East Victoria Plantation Forest Company of Australia Pty. Ltd.	East Victoria	植林事業 400 ha 実施(ユーカリ)
大王製紙、川鉄商事、ニッセン	オーストラリア	Plantation Platform of Tasmania Pty. Ltd.	Tasmania	植林事業(ユーカリ)

図5 日本製紙の海外植林プロジェクト⁴⁾

万haの植林を行い、年間100万トン以上の木材チップを供給することを目標としている。この量は同社の輸入木材チップの70%に相当する。

図6は製紙産業が目指している循環型産業構築の仕組みである。その主要部分は必要なバージン原料を植林で行う森のリサイクルと古紙を利用する紙のリサイクルである。

森のリサイクルでは炭酸ガス固定化・資源再生を目的とした植林及びその管理、紙のリサイクルでは資源節減・省エネルギーを目的とした古紙利用率向上が重要であり、この二つのリサイクルをバランス良く、進めていかねばならない。

またこのリサイクルを達成するための技術開発も重要となってくる。この分野の日本製紙の研究開発の一端を紹介すると、森のリサイクルではバイオテクノロジーを利用した早成樹開発を行っている。すなわち遺伝子導入による成長の早い樹木、対病、耐寒性の優れた樹木の開発、成長の早い樹木のクローンによる増殖などの研究を行っている。

一方紙のリサイクル関連ではオフィス古紙など未利用古紙の利用技術開発などを積極的に行っている。

5. 古紙パルプ、再生紙の現状

これまでは古紙を中心に述べてきたが、これからは個別古紙原料とそれを使用した再生紙について解説する。

図7は集荷された古紙がどのような紙・板紙に使用されるかを示したものである。黒の実線は当該古紙の全消費量が30%以上、破線は当該古紙の全消費量が30%未満に相当する。

ダンボール古紙はメインはダンボール原紙用であるが、その他種々の用途に用いられている。新聞古紙もメインは新聞巻取紙であるが、近年脱墨パルプ製造技術の進歩に伴い、印刷用紙に用いられるようになって

図6 循環型産業構築の仕組み

きた。このようにそれぞれ適した使い方があある。近年特定古紙をもとの用紙に用いるというクローズドループのような使い方が種々提案されている。

結果的に再生紙生産量が増えて、古紙利用率も向上するという利点はあるが、それぞれの古紙は最も使いやすい所で使用する方がベストであり、全体として利用率を上げていくという方向がより望ましい。

古紙の品種別回収率を見ると、古紙の最大品種であるダンボール系は回収率83%とハイレベルにある。新聞回収率は118%と100%を超えているが、これは折り込みチラシを加えたものであり、最近ではチラシ量が30%~40%あるため、新聞の実質回収率は約70%であり、更に回収可能である。

紙の主要製品である印刷出版用紙はまだ回収率が33%と低い。この理由は集めにくい、使いにくい、価格が安いなどの理由による。全体の回収率を上げるためにはこれらの古紙を安価に効率良く回収する方法の確立が今後の課題の一つである。

表3に古紙の品種別消費原単位を示す。板紙系はほとんど古紙100%である。板紙全体を見ても原単位は0.96となっている。紙関係では新聞用紙と衛生用紙の古紙原単位が高く、新聞巻取紙は0.60と10年前と比較して0.13アップしている。

これらの紙は再生紙化が進んでいるのに対して、メインの印刷用紙は10年前の0.15と比較して、0.21と上昇しているものの、まだまだ低く、再生紙化が遅れている。全体の原単位を上げるにはこの数値を更にアップする必要があるが、一方で厳しい品質基準との兼ね合いでもある。

古紙価格も再生紙を製造する上での重要なファクターである。表4は主要古紙3品種の製紙メーカー購入価格である。この値は古紙の需給バランスと共に上下する。

古紙問屋仕入価格は選別・包装・運搬などの費用が

図 7 古紙が配合される紙・板紙⁵⁾

かかるため、製紙メーカー購入価格の6円前後安い値段となる。したがって雑誌古紙が値崩れすれば、古紙問屋の段階で逆有償になる。

このところ不況のせいか、古紙が余ってきており、直近のデータでは新聞古紙が9円、雑誌古紙が5.5円に値下がりし、雑誌古紙は問屋段階で逆有償のレベルになりつつある。

逆有償になれば、廃棄物処理法の適用も受ける可能性があり、新たな問題となってくる。

またこのレベルのコストであれば、木材チップより製造したバージンパルプより、コスト的にメリットがあり、古紙利用はどんどん進んでいく。但し上白古紙のように高い古紙を使用して再生紙を作れば、コスト的にはバージンパルプより高くなることもあり、メリットはほとんど無くなってくる。

30年間というスパンで古紙価格の変動をみると段ボール古紙はkgあたり8円～40円、新聞古紙は10円～40円、雑誌古紙は5円～30円と大きく変動している。1990年代後半より、自治体による古紙回収システムの拡充等で、需給バランスが崩れ、これらの古紙主要3品は価格が下落し、現在は最も安値のレベルにある。したがって木材チップとの価格差も大きくなり、古紙利用率のアップに大きく寄与している。

新聞用紙や中質系の用紙については以前から多量の古紙パルプが使われている。一方最近では上質系にも再生紙の波がきつつある。最近の市場では上質紙、コート紙とも売れ行きが悪く、図8に示すように対前年比100%以下のものが多い。再生紙は販売量から見ると全体の約5%と推定され、まだ量は少ないものの、伸び率は対前年比120%と非常に高くなっている。こ

表 3 古紙の品種別消費原単位²⁾

年			1990	2000	
品 種			原単位	原単位	
紙	新聞巻取紙		0.4741	0.6003	
	印刷・情報用紙		0.1502	0.2087	
	包装用紙		0.05	0.0634	
	衛生用紙		0.6156	0.6251	
	雑種紙		0.0125	0.0173	
	紙		0.2397	0.2976	
板	段ボール 原紙	外装用 ライナー	クラフトライナー	0.6657	0.9163
			ジュートライナー	1.0306	1.0211
		内装用ナイナー		1.0911	1.0365
		中芯原紙	パルプ芯	1.0208	1.0369
			特芯	1.1196	1.0544
	白板紙	マニラボール		0.5137	0.5287
		白ボール		0.9531	1.0545
	紙	黄・チップボール		1.1339	1.0619
		色板紙		1.0913	1.0553
		建材原紙			0.9698
その他板紙		0.8952	0.9096		
板 紙		0.9072	0.9664		
紙 ・ 板 紙			0.5159	0.5657	

れはグリーン購入法などの影響と思われる、今後も更に加速するものと思われる。

PPC 用紙では輸入紙の拡大（主にインドネシア）と再生紙化の二つの動きがある。

PPC 市場は 2000 年で年 100 万トンで、輸入紙が 20 万トン、国産が 80 万トンであるが（図 9）、国産分の内約 35 万トン、比率に直すと約 45% が再生紙になっており、グリーン購入法からみやハードメーカーの方針を加味すると、その動きは更に加速するものと予想される。

再生紙では古紙配合率 70% 物と 100% 物、白色度は 70% 物と上質紙並みの 80% 以上品がある。市場ニーズは 100% 再生紙で高白色度品が要望されている。

しかし、後述のように環境面を考慮すれば、低白色度品が望ましく、また積極的に PR して行く必要がある。

6. 再生紙の環境評価

再生紙は環境に優しいという代名詞の如く使用されているが、環境評価という視点で考察してみたい。図 10 は化学パルプに古紙パルプを配合して、再生紙を製造した場合の古紙パルプ配合率と炭酸ガス排出量を示したものである。古紙パルプの配合率を増やせば、トータルのエネルギーは減少し、それに応じて全体の炭酸ガス量は減少する。

しかし中味を見てみると、再生可能なバイオマス由来の炭酸ガス発生量は大きく減少するが、化石燃料由来の炭酸ガスはむしろ増加する。化石燃料のみに着目すれば、再生紙を作るほど化石燃料を余計に消費することになる。これは化学パルプが全エネルギーすなわち炭酸ガス発生量は多いが、大部分は再生可能な木材（バイオマス）由来のエネルギーでまかなえるのに対

表 4 古紙価格の推移⁶⁾

(単位:円/kg)

	新聞古紙	段古紙	雑誌古紙
98. 1	11.5	10.0	5.0
3	10.5	9.0	5.0
6	10.5	9.0	5.0
9	10.5	9.0	5.0
12	10.5	8.5	4.7
99. 3	10.5	7.5	4.7
6	10.5	7.5	4.7
9	11.0	7.5	5.7
12	11.0	7.5	7.0
0.03	11.0	8.0	7.0
6	11.0	9.0	7.0
9	11.0	9.5	7.0
12	11.0	9.0	7.0
01. 1	11.0	9.0	7.0
2	10.5	8.0	7.0
3	10.0	8.0	7.0
4	10.0	8.0	6.5
5	10.0	8.0	6.5
6	10.0	8.0	6.0
7	10.0	7.5	6.0
8	9.5	7.0	5.7
9	9.0	7.0	5.5
10	9.0	6.0	5.5
11	9.0	6.0	5.5
12	9.0	6.0	5.5

図 8 2001 年再生紙製品の伸び率

図 9 PPC 国内市場規模推移

図 10 再生紙の古紙配合率と炭酸ガス発生率⁷⁾

して、古紙パルプはトータルのエネルギーは少ないものの全て化石燃料由来のエネルギーを使用するためである。

図 11(a)は KP, TMP, GP, DIP 単独でモデル的に新聞用紙を作製し、その LCA 評価を行ったものである。KP は大部分木材チップのエネルギーを利用して作るため、大半はバイオマスエネルギーである。TMP や GP はリファイナーやグラインダーを動かすエネルギ

ーがメインで、そのエネルギーが多量なため、ほぼ 100% 化石燃料由来となる。

DIP は古紙を、機械エネルギーを使用して異物やインキを除去して作るため、必要エネルギーは最も少なくなるが、ほとんど化石燃料由来である。

このエネルギーのデータを基に、計算した炭酸ガス発生量を図 11(b)に示す。この数値は製品を廃棄した場合の炭酸ガス発生量も含んでいる。LCA とは揺り

(a) LCA エネルギー消費量 Mcal/紙t

(b) LCA CO₂ 排出量 kg-C/紙t図 11 各種パルプ100%での新聞用紙のLCAの評価⁶⁾

籠から墓場までの全体を見るものであるが、種々の前提条件を設定して、計算したものである。

この図からわかるように、トータルの炭酸ガスは発生量はTMP, KP, GP, DIPの順に少なくなる。但し化石燃料由来の炭酸ガス発生量はTMP, GP, DIP, KPの順に少なくなる。

再生紙の白色度と炭酸ガス発生量を図12に示す。これは豊橋医科大と資源研による白色度が異なる再生紙(古紙100%)についてLCA評価を行ったものである。古紙回収から薬品、抄紙、流通、廃棄までの範囲を調査し、白色度を57%から70%にあげると炭酸ガス発生量は24%増加することを明らかにしている。これは主にDIP製造時の収率減によるスラッジ焼却量の増加、電力原単位増、漂白薬品増に起因する。

これに伴い製造コストも高くなってくる。近年高白色度の再生紙が望まれているケースが多いが、エネルギー及びコストの両面からみて、一般のコピー用紙などは低白色度品が望ましい。

図 12 白色度と炭酸ガス排出量⁶⁾

7. 新しい古紙利用率目標と今後の課題

続いて日本製紙連合会がまとめた2005年度における古紙利用率の自主目標とそれを達成するための課題を紹介する。なお、この目標は資源有効利用促進法にて正式に定められている。

1995年度に日本製紙連合会が策定しスタートした「リサイクル56計画」は2000年度末が目標達成期限であったが、前述のように1999年度で古紙利用率は56.3%となり、困難と予想された目標を前倒して達成し、2000年度末には57%に達し、2001年度には58%を達成するものと推定されている。目標早期達成の要因は、(1)環境問題に対する配慮から古紙利用製品(再生紙)へのニーズが高まった、(2)市民・行政・企業の環境問題に対する意識高揚により古紙回収が増加した、(3)規制緩和や企業努力により物流費が低下した、(4)目標策定時と比較すると古紙価格が大幅に下落した、(5)製紙各社の環境問題に対する積極的な取り組みの成果が現れた、(6)古紙処理技術の進歩、利用技術の進歩により、古紙パルプの高配合が可能になったことなどである。

新しい目標設定にあたっては現状の分析や将来の予測に基づく十分な検討を行い、経済的に達成可能で、社会的に理解の得られる目標値としている。

古紙技術委員会では主に、(1)古紙利用率の技術的限界、(2)リサイクル向上における環境評価、(3)古紙価格と利用率の関係、(4)古紙回収と利用のバランスを中心に検討がおこなわれ、新しい目標値が設定された。ここではその中の一部を紹介する。

図 13 古紙利用率向上における紙組成変化^{※)} (新聞用紙中のパルプ組成)

7.1 古紙利用率の技術的限界

経済性を全く考慮せずに、品質上および理論的古紙利用率の限界値について品種毎の検討が行われた。前提条件としては、(1)顧客の要求する現状品質を維持し、(2)現在の技術の範囲で可能であり、(3)現状と同品質の古紙が必要な量確保できることなどである。

代表例として新聞用紙の品質上理論的 DIP 配合限界について紹介する。

チラシ率 35% とし、新聞用紙の組成を現行に近い DIP 配合率 45% と DIP を増配して 70% とした場合の原料組成変化を図 13 に示す。

この図は種々の前提条件のもとで、DIP 45% と 70% の配合率でリサイクルを繰り返した場合のレベルオフするパルプ組成を計算したものである。

DIP 配合率を 70% にあげると、リサイクル回数の多い原料が増加し、チラシの影響も大きくなる。さらにパルプ別の組成をみると、KP が増加し、MP が減少する。結果として新聞用紙の品質として強度は問題なく、不透明度が問題になることが想定される。この対策としてバージンパルプの内 NKP を減少させ、MP を増加させることである程度対応可能である。

しかし DIP を高配合するとバージンパルプの比率が低下し、原料配合処方の変更のみでは品質要求が維持できなくなる。このポイントを配合率（利用率）の限界とした。

現状の MP 比率（GP/TMP=1/4）と GP レスを想

品質上理論的限界：DIP 配合率 65～70%

図 14 DIP 配合率と紙質の関係^{※)}

定して、TMP 単独の DIP 配合率と紙質の関係をシミュレーションした結果を図 14 に示す。

この図からわかるように、不透明度（比散乱係数）の下限値での DIP 配合率は 65～70% と推定された。

一部で DIP 高配合（90～100%）品が生産されているが、将来国内で全ての新聞用紙が 80% 以上に配合されるようになれば、このシミュレーション結果に見られるように品質維持が困難になるものと思われる。

各品種毎に、新聞用紙の場合と同様にシミュレーションした古紙利用率限界を表 5 に示す。洋紙全体で見ると 46% となり、新聞用紙と印刷情報用紙の利用率のアップが可能である。板紙は現状でも古紙利用率は限界に近づいており、利用率のアップはほとんど望め

表 5 品質上理論的古紙利用率限界⁸⁾

	生産量 (千 t/年)	現状利用率 (%)	限界利用率 (%)
新聞用紙	3,295	51	74
印刷情報用紙	11,349	24	42
包装用紙	1,019	5	12
衛生用紙	1,701	52	55
その他	2,029	2	2
洋紙合計	18,393	31	46
板紙	12,238	89	91
紙板紙合計	30,631	56	65

ない。紙・板紙合計で見ると約 10% の増加が可能になる。

7.2 古紙回収と利用のバランス

古紙の回収限界はこれまで 65% とわれてきたが、達成可能な古紙回収量と紙・板紙の需要の伸びを考慮すると、2005 年には全体の回収率が 62% となるという試算結果が得られた。この中で新聞・雑誌・ダンボール古紙の回収率は 90% と推定している。このデータをベースに古紙利用率を試算すると 60% が限界となる。

2005 年には 1999 年と比較して、全体で更に 280 万トンの古紙利用増となる。うち洋紙系の主なものは新聞系 110 万トン、雑誌系 80 万トンである。これらの古紙を新聞用紙や印刷情報用紙に利用限界範囲内で効率良く使用しなければならない。

モデル計算では洋紙全体の利用率は 37% に達する。しかしながら新聞用紙や中質系印刷用紙においては雑誌古紙の利用を大幅に増やす必要があり、また上質系印刷情報用紙において新聞古紙と雑誌をあわせて 120 万トン程度使用する必要があるなど、種々の問題点を抱えている。

7.3 目標達成のための課題

この目標を達成するためには古紙利用製品の使用拡大や白色度などの品質要求の適正化、分別回収の徹底、オフィス古紙の有効な回収・利用システムの普及、リサイクル指向型製品の開発、紙以外の古紙利用の推進、リサイクル促進のための税制処置拡大など、製紙業界独自で解決できる問題は少なく、関係業界・団体との協力・連携が必須である。

また持続可能な循環型社会を早期に構築するためには、行政・関係業界・団体・消費者が自己の責任を果たすのみではなく、お互いが協力して全体の効率化・コストミニマム化を追及することが重要である。

参 考 文 献

- 1) 紙・パルプ統計年報（経済産業省）（2000）
- 2) 古紙需給統計（古紙再生促進センター）（2000）
- 3) 日本製紙連合会資料（1999）
- 4) 日本製紙（株）環境報告書（2001）
- 5) 高柳晴夫：紙パ技協誌 55（7）34～48（2001）
- 6) 桂徹：紙パ技協誌 55（10）10～17（2001）
- 7) 桂徹：紙パルプ技術タイムズ 2001 年 6 月 P.28
- 8) 二艘木司：紙パ技協誌 55（10）37～44（2001）