

1 はじめに

嵩高紙は近年の国内市場で最も注目を浴びている商品であり、品種としても飛躍的に増加している。嵩高紙はその厚みと手触り感などに高級感を持たせたものであり、現代の消費者ニーズにフィットしていることから上質書籍用紙を中心に幅広い用途が展開され、販売数量も年々増加傾向にある。嵩高紙の多くはバージンパルプなどの良質の原料が使用されているが、今後はリサイクルも増えて古紙配合比率も高まることが予想される。また要求品質が多様化ある

いは高機能化すれば、抄紙条件や薬品処方の変化も必須となり、ウェットエンドでの課題も発生してくると思われる。

嵩高紙とは低密度の紙のことである。紙の密度を低下させるために、多くの嵩高紙には嵩向上剤が使用されている。市販の嵩向上剤には無機系と有機系など数多くの品種が上市されている。当社では有機系嵩向上剤「サイズパイン DLシリーズ」を開発、上市しており、その特長について紹介する。

2 「サイズパイン DLシリーズ」について

嵩向上剤の性能は、その製造に使用される素材やその変性方法により様々に変化する。当社製品嵩向上剤「サイズパイン DLシリーズ」は脂

肪酸アミド系樹脂をベースとしたものである。当社品及び市販品嵩向上剤(例)の一般物性を表-1に、また性能については図-1、2に掲載した。

表-1 当社品及び市販品嵩向上剤の一般物性とサイズ性

	製品名	素材	製品固形分	イオン性	サイズ性
当社品	*SPDL-20	脂肪酸アミド系	20%	カチオン	あり
	*SPDL-FA20	脂肪酸アミド系	20%	カチオン	あり
市販品	市販品A	脂肪酸エステル系	粉体 (90%以上)	アニオン	なし
	市販品B	両親媒性化合物系	液体 (90%以上)	カチオン	なし
	市販品C	無機填料系	粉体 (90%以上)	ノニオン	なし

※SP：サイズパイン

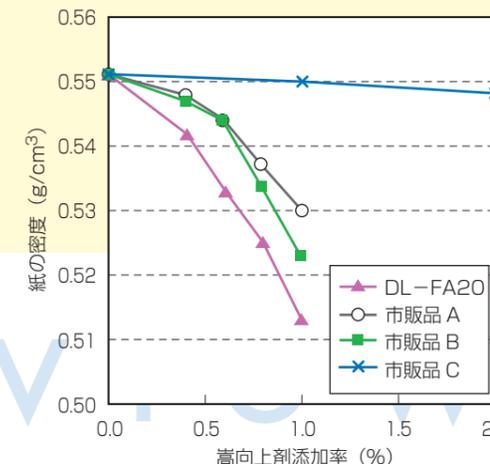


図-1 嵩向上剤添加率と紙密度

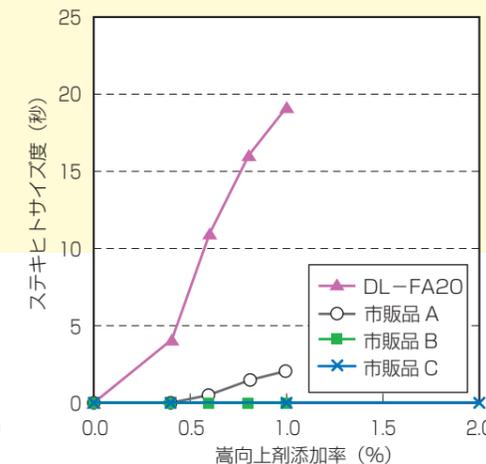


図-2 嵩向上剤添加率とサイズ度

※手抄きシート調製 原料パルプ：L-BKP、薬品：Alum0.5%、カチオン澱粉1.0%、R.A.200ppm、紙中灰分20% 坪量80g/mf

当社品を含めて脂肪酸アミド系嵩向上剤は、紙の厚みを増加させる(=嵩を向上させる)以外にサイズ性も付与する特長を持つ。同じ有機系でも脂肪酸エステル類や、無機系嵩向上剤ではサイズ性はほとんど付与され

ない(図-2)。「サイズパイン DLシリーズ」は市販品に対して優れた嵩向上効果を示すとともに、その取り扱いも簡便で、単純に水で希釈して抄紙系に添加すれば紙の厚みを向上させることができる。

図-3には普通紙と嵩高紙の断面写真を示した。嵩高紙にはサイズパインDLを添加したが、このことによりパルプ繊維間の距離・空隙が広がり、紙の厚みが増加していることがわかる。

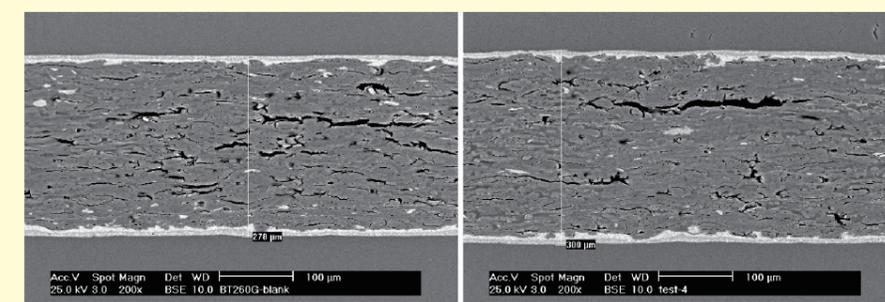


図-3 紙の断面写真

この作用機構は図-4のような過程によって説明されると考えている。すなわち、乾燥前の水分を多量に含有した湿紙状態において、嵩向上剤

がパルプ繊維に分散・定着し、パルプ繊維表面に弱い疎水化を施すことで水を媒体とする繊維間の引力を弱め、その結果として乾燥脱水時のミ

クロフィブリルの絡み合いを阻害することで紙の厚みが増すというものである。

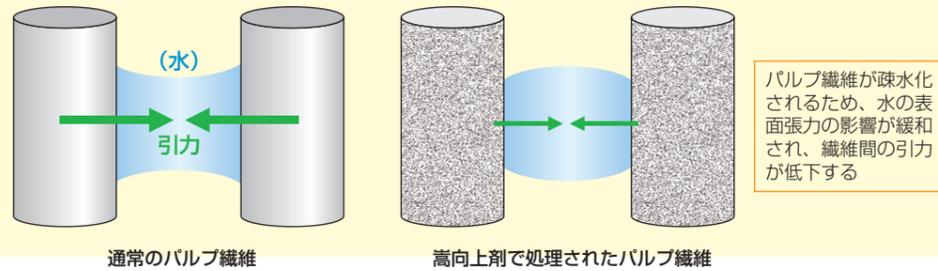


図-4 嵩向上剤の効果発現イメージ

嵩向上剤「サイズパイン DLシリーズ」では、パルプ繊維表面の疎水化処理能に着目し、より高い疎水化処理を達成するための改良を行っている。特に近年上市したサイズパインDL-FA20では、脂肪酸アミド分子中に存在する長鎖脂肪酸の量を増し、更に

は「枝分かれ構造」とすることでバルキーな分子構造となるよう設計している(図-5)。従来の単純な直鎖構造の脂肪酸アミド系嵩向上剤に比較して、分子間結合力や水素結合力を弱めるため、高い嵩向上効果を発現するものと考えている(図-6、7)。

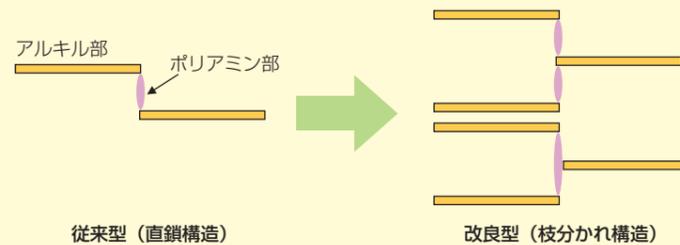


図-5 嵩向上剤成分の改良方向

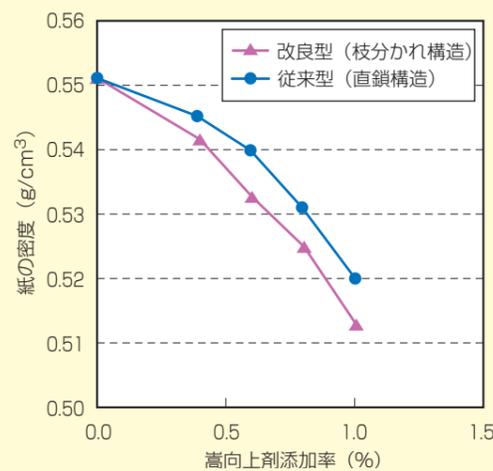


図-6 嵩向上剤添加率と紙密度

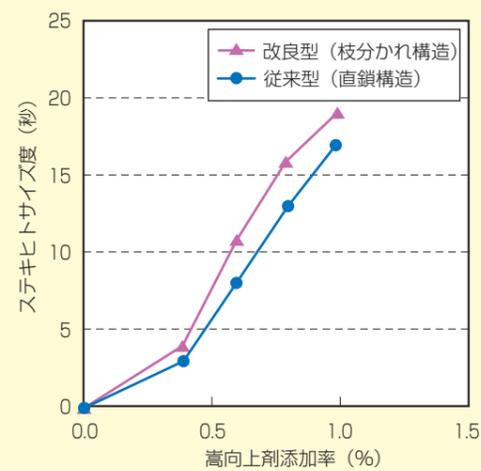


図-7 嵩向上剤添加率とサイズ度

※手抄きシート調製 原料パルプ: L-BKP、薬品: Alum0.5%、カチオン澱粉 1.0%、R.A.200ppm、紙中灰分 20% 坪量 80g/㎡

高高紙の密度/強度に関する内添薬品の影響 サイズパイン DLシリーズ/ 分岐型紙力剤の組み合わせ処方について

製紙薬品事業部 研究開発部
主任研究員 新井 大二郎

3 高高紙の強度について

嵩向上剤は紙の密度を低下させるが、同時に紙の内部強度も低下させる傾向がある。そこでサイズパインDL-FA20の添加率を変化させて調

整した手抄き紙の密度及び内部強度に及ぼす影響を調査した(表-2)。全ての手抄き紙サンプルは、抄紙時のプレス圧を低下させることで密度が低

下する結果となったが、同時に内部強度も低下した。これは繊維間の結合面積が減少したためと考えられる。

表-2 嵩向上剤添加による密度と内部強度の変化

プレス圧 kg/cm ²	ブランク (FA20無添加)		FA20 0.4%添加		FA20 0.8%添加	
	密度 g/cm ³	内部強度 J/m ²	密度 g/cm ³	内部強度 J/m ²	密度 g/cm ³	内部強度 J/m ²
4.5	0.572	178	0.548	150	0.537	127
3.5	0.557	169	0.534	147	0.513	116
2.5	0.546	157	0.521	141	0.502	101

※カチオン澱粉0.5%添加

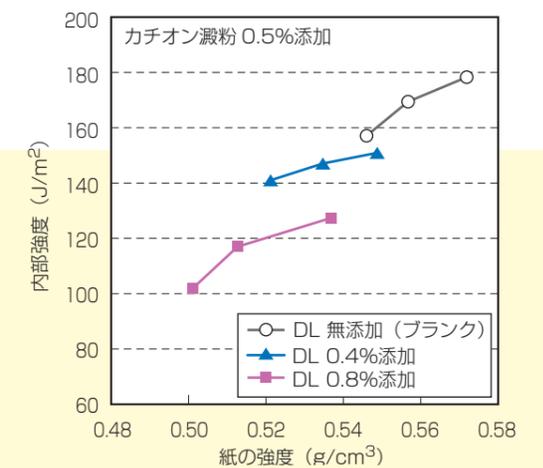


図-8 嵩向上剤添加による密度と内部強度の変化

同一プレス圧においては、ブランク紙としたDL無添加紙の密度が高く内部強度も最も高い。サイズパインDL-FA20添加紙はブランク対比で密度も内部強度も低下するが、一方で、同密度の紙の内部強度を比較した場

合には、サイズパインDL-FA20の添加率が高いものほど顕著な強度低下が確認された(図-8)。この知見より、サイズパインDL-FA20だけでなく、嵩向上剤量は紙中に多く存在すればするほど、繊維間結合を阻害

するものと推察される。故に、高高紙の内部強度をある程度のレベルに保持するために、紙力剤を併用して紙の内部強度低下をカバーする必要がある。

4 紙力剤併用処方について

PAM系紙力剤の主流は分岐型両性紙力剤であり、板紙原紙を中心に使用されている。洋紙でも一部の銘柄に使用されている。当社では以前より、様々なユーザーニーズに応えるべく各種紙力剤を上市している。嵩向上剤と併用する紙力剤は種々考えられ

るが、今回は分岐型両性紙力剤の凝集・歩留り性能に注目し、凝集力を調整した3種類のサンプルについて嵩向上効果と紙力(内部強度)への影響を確認した(表-3、4及び図-9、10)。凝集力の高い紙力剤を併用すると、紙の密度は低下して嵩高い紙が得ら

れる反面、紙力効果の向上幅は小さくなる。この要因としては、次の2点が考えられる。

- (1) 嵩向上剤の歩留り向上による繊維間結合力の低下
- (2) 嵩向上剤が凝集した状態で紙に定着することによる紙内部の局部

- 的強度低下の誘発、これに伴う紙全体の強度低下
凝集力の異なる紙力剤を使い分けることで、紙の密度か内部強度を優先的に改善できる可能性があると言え、薬品による対処方法に幅を持たせることが可能となる。具体的には、
- (3) 密度を一定値に保持して紙の内部強度を向上させたい場合には、凝集力の低い紙力剤を併用することができる。
 - (4) 密度を更に低下させて紙の嵩を向上させたい場合には、凝集力の強い紙力剤の併用が有効である。

本検討では、凝集力が最も弱い「紙力剤③」が内部強度の向上効果に大きく寄与したため、更に紙力剤③併用系でのプレス圧条件変化の影響を調査した。

高高紙の密度/強度に関する内添薬品の影響 サイズパイン DLシリーズ/ 分岐型紙力剤の 組み合わせ処方について

製紙薬品事業部 研究開発部
主任研究員 新井 大二郎

表-3 紙力剤種別一般性状

紙力剤種類	粘度 (mPa·s)	不揮発分 (%)	pH (1%液)	凝集性
紙力剤①	9,000	20.3	3.8	強
紙力剤②	9,000	20.3	3.7	中
紙力剤③	9,000	20.2	3.8	弱

※全ての紙力剤は両イオン性の分岐型紙力剤

表-4 紙力剤併用による密度と内部強度の変化

紙力剤添加率 %	紙力剤①		紙力剤②		紙力剤③	
	密度 g/cm ³	内部強度 J/m ²	密度 g/cm ³	内部強度 J/m ²	密度 g/cm ³	内部強度 J/m ²
0.00	0.513	116	0.513	116	0.513	116
0.15	0.501	115	0.504	121	0.512	136
0.30	0.493	116	0.498	129	0.511	148

※プレス圧3.5kg/m²、カチオン澱粉0.5%添加、DL-FA20 0.8%添加

表-5 紙力剤③併用による効果

プレス圧 kg/cm ²	紙力剤③併用系	
	密度 g/cm ³	IB J/m ²
4.5	0.533	158
3.5	0.511	148
2.5	0.499	134

※カチオン澱粉0.5%添加、DL-FA20 0.8%添加

サイズパインDL-FA20と紙力剤③の併用では、blank対比同密度における内部強度は向上傾向にある。紙力剤③を併用することで、サイズパインDL-FA20による紙力低下分以上の強度補強効果があることが確認できた。

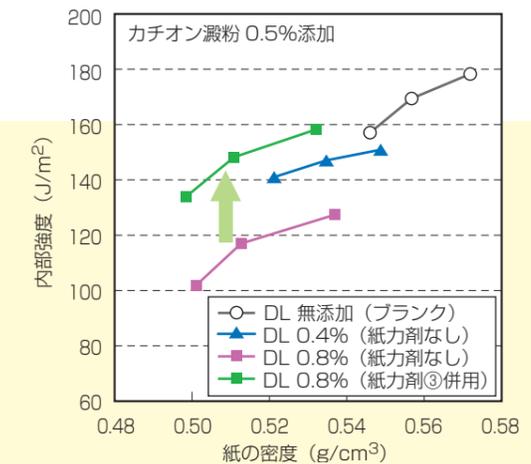


図-11 紙力剤③併用処方の効果

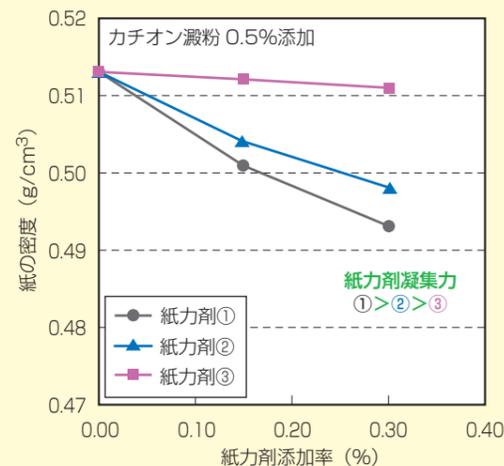


図-9 紙密度に対する紙力剤種の影響

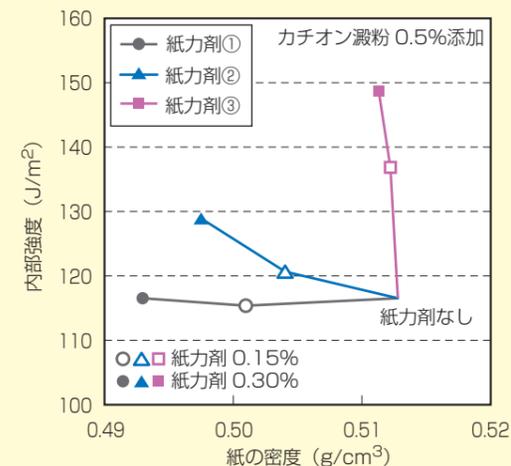


図-10 紙力剤併用による密度と内部強度の変化

5 まとめ

嵩向上剤の性能は素材の分子構造と変性方法により変化するが、今回は従来の直鎖型嵩向上剤に対して枝分かれしたタイプの嵩向上剤を開発したことで、より一層の嵩向上性能を付与した製品が開発できたことを報告した。一方で、紙の嵩向上効果すなわち密度低下は同時に紙の内部

強度の低下に繋がるため、この相反する項目の両立の為に紙力剤併用処方について検討した。

分岐型両性紙力剤を一例として検討を進めた結果、抄紙系におけるパルプ繊維の凝集性及び薬品歩留り状況を十分に考慮した紙力剤の選定により、高高紙抄紙の最適化が図れる

ことが見出された。本検討では非常に単純化した抄紙系を想定して実験を行ったが、実抄紙系では填料ほか、何種類もの薬品の影響・相乗効果について考える必要がある。更なる検討において、個別ユーザー様方での実情に適合した、高高紙抄紙のための最適処方の構築を考えていきたい。