

8. 高リサイクル性を有するパルプ繊維の特性

小名チーム 東京農工大学 岡山隆之

1. 緒言

木材パルプ繊維に乾湿繰り返しのリサイクル処理を施すと、不可逆的な変質が生じ、シートの物理的性質が低下する。パルプのリサイクル性を客観的に評価し、リサイクル性の優れた個体を選抜、植林し、製紙用原料として用いることができれば、全体としてフレッシュパルプの使用量を減少させることができる。本研究では、*Eucalyptus globulus* 33 個体から調製したクラフトパルプに、乾湿繰り返しのリサイクル処理を施し、パルプのリサイクル性に影響を及ぼす因子について、パルプの繊維形態及び膨潤性を中心に検討し、シート物性との関係を明らかにした。

2. 実験

(1) 試料の調製：西オーストラリア産の植林木である *Eucalyptus globulus* (9年生) 33 個体から、カップ価 (Ka) 17~22 のクラフトパルプを調製し、PFIミルにより 7500 回叩解し、JIS P 8222 に従って、各個体について手すき紙を作製した。湿潤状態の手すき紙を 80℃で24時間乾燥し、再び離解する処理を施す工程をリサイクル 1 回とし、5 回までリサイクル処理を繰り返した。(2) 手すき紙の物理的性質：JIS 法に準じて作製した試験用手すき紙について、密度、引張強さ、ゼロスパン引張強さ、引裂強さ、破裂強さ、耐折強さ、ISO 白色度、不透明度、比散乱係数、透気度などの物理的性質を測定した。(3) パルプ繊維形態と膨潤性：特徴的な 10 個体のパルプについて、パルプの保水度及び繊維形態の測定を行った。繊維形態は KAJAANI Fiber Lab を用いて、繊維長、繊維幅、繊維壁厚、ルーメン径について測定した。(4) 非線形回帰によるリサイクル性の評価：グラフ作成ソフト Sigma Plot を用いて、引張強さとリサイクル回数に関する回帰式を得た。この回帰式から、リサイクル回数を無限大としたときの、引張強さの予測値を算出した。

3. 結果と考察

Fig.1 には、33 個体の中からリサイクル前の引張強さが 80N・m/g 前後のものを選び出し、リサイクル処理による引張強さの変化を示した。どの個体もリサイクル処理により引張強さは大きく減少したが、1 回目のリサイクル処理による強度低下に差は見られないが、処理回数の増加に伴って個体間の差が大きくなり、5 回処理後には最大 20N・m/g の違いが生じていた。

そこで、リサイクル処理によるパルプの繊維形態の変化を測定したところ、リサイクル処理によって繊維壁厚が大きく減少していた。これは、①リサイクル処理により、叩解でフィブリル化した繊維表面が剥離し、繊維壁厚が減少したこと、②リサイクル処理により膨潤性が低下したため、湿潤状態においてもパルプ繊維壁が収縮したままになり、壁厚が薄くなったことが原因である。リサイクル後の引張強さが最も高かった t-34 は、繊維壁厚が最も小さくなった。一方、リサイクル後に同様の引張

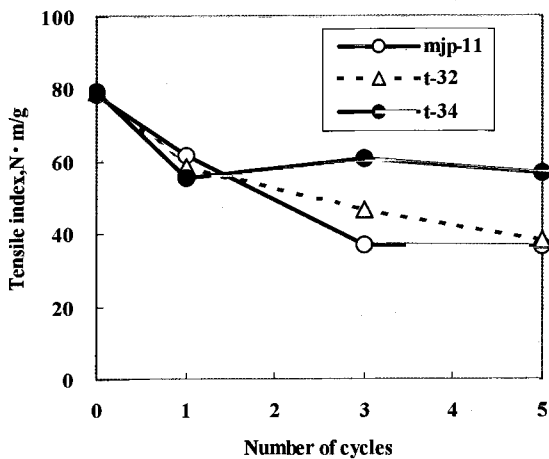


Fig1. Effect of recycling on tensile index of handsheet

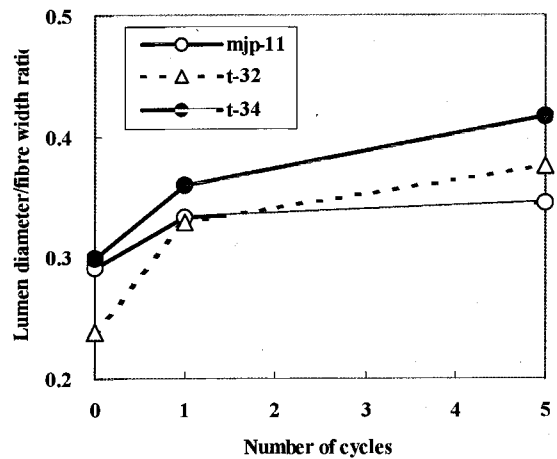


Fig2. Effect of recycling on lumen diameter/fibre width ratio

強さを示したmjp-11とt-32は、リサイクル後の繊維壁厚が比較的大きく、この比も同様になった。

Fig. 2は、リサイクル処理によるルーメン径/繊維直径の比の変化を示す。リサイクル処理によりルーメン径/繊維直径の比が大きく増加しているが、特に、t-34はリサイクル処理による増加が大きかった。リサイクル処理によるパルプの重量平均繊維長の変化を測定したが、いずれの試料の繊維長もリサイクル処理による変化は認められず、個体間の差異もほとんど見られなかった。紙の引張強さにおいてリサイクル性の優れたパルプ繊維の特徴としてリサイクル処理によるルーメン径/繊維幅の増加が大きく、保水性の低下の少ないパルプ繊維が望ましい。

リサイクルによる引張強さの変化について非線形回帰曲線を描き、得られた回帰式からそのリサイクル性の指標として、リサイクル処理を無限に繰り返した際の引張強さの収束値を算出した。回帰式に指数関数を用いると、33個体中24個体において、0.987以上の決定係数を得た。引張強さの収束値は27.2~54.1N·m/gに分布していた。引張強さの収束値とパルプ繊維形態との関係を検討したところ、5%の有意水準で繊維壁厚と正の相関が認められた(Fig. 3)。従って、繊維壁厚が厚いパルプ繊維は引張強さに関するリサイクル性に優れていると推測された。

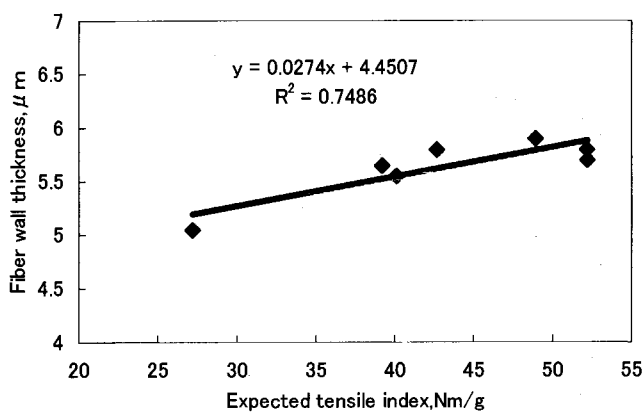


Fig.3 Expected tensile index v.s. Fiber wall thickness