# 紙八竹技協誌

目次

第78巻 第2号 (通巻第875号)

#### CNF・家庭紙・機能紙特集

1 セ	ルロースナノ	ノファイバー	「セレンピア <sup>®</sup> 」	の食品用途松岡	孝
-----	--------	--------	-----------------------	---------	---

- 5 リン酸化セルロースナノファイバーの特徴と開発状況……佐藤未歩
- 9 CNF 強化樹脂 (cellenpia ® PLAS) の開発状況……福田雄二郎
- 14 セルロースナノファイバーを活用した新規農業資材……林 優衣
- 18 CNF 複合樹脂製造プロセスの開発……今井貴章
- 23 環境にやさしい家庭紙薬品の紹介……津田貴智、土田人史
- 29 省エネ・高品質抄造に最適な新世代プレス装置「アドバンテージ・ビスコニップ」 の既設マシンへの導入……横内俊吾
- 33 ティシュマシン向けワイヤ及びフェルト洗浄装置 —CleanLine Excell—……舟井一浩
- 39 ワイヤーにおける省エネ・操業改善事例……山田壱路
- 48 **家庭紙におけるファイバーコスト削減アプローチ** ..........渡邉竜平, 越智 守, 加藤宏彦
- 53 機能紙を対象とした画像解析と 2D/3D 元素分析……池崎満里子, 中江俊喜

#### シリーズ:大学・ 官公庁研究機関の 研究室紹介(155)

- 58 日本大学 生物資源科学部 森林学科 バイオマス資源化学研究室 大学院生物資源科学研究科 生物資源利用科学専攻
- 03 会告
- 60 知財散歩道(148) 「**参考になれば**」……浦崎 淳
- 61 Coffee break 宇宙・航空博物館、航空機ミュージアム……豊福邦隆
- 62 パピルス **ミジンコの世界**……辻 志穂
- 67 内外業界ニュース
- 71 特許公報
- 79 全国パルプ材価格
- 80 統計
- 82 協会だより

# セルロースナノファイバー「セレンピア®」の食品用途

日本製紙株式会社 バイオマスマテリアル事業推進本部

松岡 考

日本製紙の「セレンピア®」は、CMC と同じ化学構造をもったセルロースナノファイバーとして、唯一、食品添加剤として使用できる。

「セレンピア®」の次の5つの機能を全て兼ね備えており、またごくわずかな添加量で幅広い食品の品質安定化が可能な素材である。

- ① 「保水性」…水を安定的に保ち、離水や乾燥を防ぐことができるので、食材や生地への水分移行を抑制。
- ② 「保形性」…パンなどの腰折れを防ぎ、また長時間加熱でも形状を保持し、また水分の多い状態でも生地のべたつきを抑え、作業性向上にも寄与。
- ③ 「気泡安定性」…気泡が潰れにくく、きめ細かなふっくらとしボリュームを保持。かねつによる生地の凹みや縮みを防止。
- ④ 「懸濁安定性」…セレンピア®のセルロース繊維のネットワーク構造により溶液に含まれる不溶性成分を どの温度帯に関わらず低粘度で均一分散状態を長時間保持。
- ⑤ 「乳化安定性」…フラワーペーストや油系調味料などの油系食品において物性を安定化加熱工程での油分離、離水を防止し、口どけを控除。

また、原料は木質バイオマスを利用しているが、当社の持続可能な管理が行われている森林資源から調達しており、社会全体で炭素循環を進めていくことにも繋がり、SDGs 達成へ貢献する食品添加剤と言える。

(本文1ページ)

#### リン酸化セルロースナノファイバーの特徴と開発状況

王子ホールディングス イノベーション推進本部 CNF 創造センター

佐藤未歩

地球規模の環境問題への関心が高まる中,カーボンニュートラルで再生可能な資源である木質バイオマス,なかでもセルロースナノファイバー(CNF)の多面的な利用が期待されている。当社ではリン酸エステル化 CNF(以下,リン酸化 CNF)の用途開発を進め,天然ゴム,ポリカーボネート(PC),ポリプロピレン(PP)との複合材料を開発した。

当社が開発したリン酸化 CNF は完全ナノ化されており、その水分散液は高透明かつ高粘性で pH 3-11 という幅広い液性でも安定している。また、リン酸化 CNF の水分散液より CNF シートを形成でき、このシートは高透明かつ高強度で熱寸法安定性にも優れる。以上の特徴を生かし、新規の複合材料の開発を進めている。天然ゴムは一般的にカーボンブラックにより補強されるが、伸度低下が課題である。CNF は、伸度を維持しながらカーボンブラックと同等の補強効果が得られ、オールバイオ材料としての利用が期待される。PC と CNF シートを積層すると、曲げ弾性率が向上し、線熱膨張係数が低減した。PC の透明性は維持されており、ガラスの代替品としての利用が期待される。

また、PPを自社独自技術を活用してパルプ繊維と混合すると、課題である脆化が低減され、優れた曲げ弾性率とシャルピー衝撃度をもつ複合材が得られた。この複合材を CNF シートで強化することで曲げ弾性率がより向上した。PP とパルプ繊維の複合材については、射出成形用ペレット開発にも成功している。弊社は、開発した複合材料のサンプルワークを進め、引き続きリン酸化 CNF の特徴を活かしながら、セルロース系材料の複合材への利用を積極的に進める。

(本文5ページ)

2024 年 2 月

## CNF 強化樹脂(cellenpia® PLAS)の開発状況

日本製紙株式会社 研究開発本部 富士革新素材研究所

近年、世界的な環境意識の高まりから、低炭素社会、持続可能な循環型社会の実現が求められている。当社は紙に使用されるパルプなどに由来するセルロース資源の新しい展開先として、セルロースナノファイバー(CNF)についての検討を進めてきた。これまでに、TEMPO酸化 CNF やカルボキシメチル(CM)化 CNF などにおいて、いち早く量産化設備を導入し、実用化を果たしている。さらなるセルロース資源の活用法として、セルロース繊維をプラスチック(樹脂)の補強材として使用する強化樹脂事業への展開を進め、自動車部材や建材などの構造材用途への活用を検討している。CNF 強化樹脂は、セルロースを細かく粉砕し、これを樹脂中に均一に分散した補強材として活用できる素材である。また自動車部品など構造材料の軽量化による二酸化炭素排出削減のための補強材としての開発が活発に行われている。さらにセルロース資源は再生可能な材料であり、この材料を使用することで、プラスチックの使用量や廃棄物量の削減に貢献することも可能である。

このような強化樹脂について、当社は京都大学矢野教授らと共同で開発した、変性パルプと樹脂との混練時に解繊と分散を同じに行う、パルプ直接混練法(京都プロセス)を使用して開発している。我々は 2017 年には実証設備を導入し、希望するメーカーにサンプルワークを進めてきた。本報告では、当社実用化検討の中で得た知見の一部を紹介し、当社 CNF 強化樹脂事業の展望を報告する。

(本文 9 ページ)

#### セルロースナノファイバーを活用した新規農業資材

中越パルプ工業株式会社 開発本部 林 優衣

安定した食料生産と持続性の両立のため、植物病害による農作物の損失を抑制でき、かつ環境負荷の小さい資材の開発が必要とされている。植物由来の新素材であるセルロースナノファイバー(CNF)は幅 100 nm 以下、アスペクト比 100 以上の極微細な繊維である。当社では、水中対向衝突法にて製造した CNF(ACC-CNF)を用いた新規農業資材:nanoforest-S【アグリ】を開発した。本資材はセルロース繊維と水のみから成り、極微細な繊維の膜で葉表面を物理的に保護するという新しいコンセプトの農業資材である。nanoforest-S【アグリ】は殺菌・殺虫成分を含まず、ACC-CNF の特徴である両親媒性を利用し、「マスク効果」・「カモフラージュ効果」の2つのユニークな効果によって病原菌の侵入を物理的に抑制する。本資材は大部分の植物病害の原因となる糸状菌(カビ)と細菌の両方の侵入抑制に効果があることが学術的にも示されている。また、物理的保護資材であるため、耐性菌が発生しない、作業者や環境に優しいという特徴がある。本資材は農林水産省の「みどりの食料システム戦略」でも推奨されている総合防除(IPM)の「物理的防除」に対応する資材である。ラボレベルでの検証のほか、生産現場での検証も行っており、当社 CNF 第一期商業プラントのある九州地方の生産者様にご協力をいただき実施した試験でも、良好な結果が得られている。今後も圃場試験及び研究開発を重ね、本資材を活用した農業への貢献を目指していく。

(本文 14ページ)

#### CNF 複合樹脂製造プロセスの開発

大王製紙株式会社 生産本部新素材研究開発室 会共貴章

セルロースナノファイバー(CNF)は、軽量・高強度・低線熱膨張・高粘性・透明性・ガスバリア性等、紙パルプにはないさまざまな特異的性質を有し、近年注目を集めている次世代バイオマス先端素材である。CNFのさまざまな特異的性質を利用し、様々な用途展開が提案されており、中でも軽量・高強度の特性を活かして、樹脂やゴム材料等と複合化し、自動車部材や家電筐体等の構造材料として活用が期待されている。

紙パ技協誌 第78巻第2号

軽くて強い特徴を持つ CNF の用途としてユーザーニーズが非常に高い CNF 複合樹脂について,スケールアップ可能な条件で,原料から CNF 複合樹脂ペレットまでを一貫生産するプロセスの開発を行い,従来の方法よりもコストと CO<sub>2</sub> を削減できる技術開発を行った。

結果、薬液塗工した紙を連続的に変性する技術と、混練原料・装置・運転条件の調整による生産性の高い CNF 複合樹脂の製造技術( $\phi$  48 mm 装置で 250 kg/h, CNF 濃度 67%複合樹脂)を確立し、一貫生産可能なプロセス技術を見出した。

CNF 濃度 10%に PP で希釈した複合樹脂を用いて、リサイクルを想定した処理を行った結果、処理回数増加に伴い着色が進行するものの曲げ物性の低下はなかった。同様に、化学安定性試験を行った結果、PP よりも CNF 複合樹脂の方が着色し易いものの、機械的物性(曲げ弾性率、引張弾性率)および、質量・寸法変化は PP とほぼ同等の結果であった。2020~2022 年に CNF 複合樹脂を 100 以上の企業や機関(主に、自動車用途、日用雑貨用途、建材用途、家電用途)に提供し、評価を受けることで必要な改善項目を抽出できた。抽出した課題(分散性、耐衝撃性、成形性、着色性等)の改善を引き続き進めていく。

(本文 18ページ)

#### 環境にやさしい家庭紙薬品の紹介

伯東株式会社 ケミカルソリューションカンパニー 技術・生産本部 四日市研究所 技術グループ 津田貴智, 土田人史

近年、地球に優しい環境、働きやすい環境を作るため、PRTR法(化管法)、安衛法、消防法などの各種法改正が行われている。

PRTR 法では、令和 5 年より、多くの化学物質が対象物質として追加されることとなった。環境に配慮するためには、PRTR 法該当物質を極力使用しないことが好ましく、弊社では、環境に優しい家庭紙薬品として、PRTR 該当物質を全く含まないコーティング剤および剥離剤の開発に成功した。

また、安衛法改正に伴い、事業者はリスクアセスメント強化等、従業員の健康に配慮することがますます求められている。家庭紙製造プロセスは、紙粉が発生しやすいという特徴があるが、紙粉を吸い込むと、従業員の健康に悪影響が出る恐れがある。さらに、紙粉は出火の原因となる可能性も孕んでいる。

そのため、健康被害や出火リスクを減らせるよう、弊社では、紙粉の量を減少させる薬剤である紙粉防止剤を 開発した。

これら PRTR 非該当コーティング剤(ハクリード 922)および剥離剤(ハクエース YR-212),新規紙粉防止剤(ポリマスター R-600 シリーズ)の 3 薬品について紹介する。

(本文 23ページ)

#### 省エネ・高品質抄造に最適な新世代プレス装置「アドバンテージ・ ビスコニップ」の既設マシンへの導入

川之江造機株式会社 営業部 横内俊吾

近年の家庭紙製造メーカに於いては、原燃料費の高騰によりエネルギー効率の高い設備が求められている。また、製造ライン全体での高い運転効率、長尺製品向けの低坪量品種から嵩高なプレミアム品種まで幅広い操業条件に対応できることも重要となっている。

川之江 /Valmet が提供するプレス装置『Advantage™ ViscoNip® press (ビスコニップ)』はプレス脱水率の向上、ニッププロファイルの向上及び幅広い運転条件での操業を可能とした。ビスコニップでは内部の特殊ポリウレタン製加圧エレメント内に油を送り込むことで加圧する。柔軟性と耐摩耗性を備えた材料を使用し、ドライヤ表面への追従を可能にした。エレメントはプレス時にフェルトからの水戻りが最小限となるよう設計されており、サクションプレスロールに比べドライヤへの持ち込み水分を 2~7%削減できる。この持ち込み水分の削減は、最大 25%の乾燥エネルギーの削減が可能である。ビスコニップはロールクラウン調整を必要とせず、

2024年2月 — 021 —

任意のニップ圧力にてドライヤ表面の変形に追従出来るため、幅広い条件での運転が可能となる。均一なニッププロファイルは、良好な水分プロファイルを実現し、断紙回数の大幅な低減、ドライヤコーティングの安定性、フェルトやベルト寿命の向上、加工機操業効率の向上等の多くのメリットをもたらす。ビスコニップの導入は新設マシンのみならず既設マシンに於いても可能であり、サクションプレスロールをビスコニップへ置き換えることで、省エネ及び幅広い操業条件への対応を可能とする。

川之江 /Valmet は、大きく変化する環境に柔軟に対応し、信頼されるパートナーとして『お客様とともに』 業界の発展に寄与したい。

(本文 29 ページ)

#### ティシュマシン向けワイヤ及びフェルト洗浄装置

-CleanLine Excell-

株式会社 IHI フォイトペーパーテクノロジー 技術営業部 舟井一浩

ティシュマシンの要具汚れは製品の生産性や品質、操業コスト、そして安全性に大きく影響を与えるため、常に要具の性能を維持することが不可欠である。お客様によっては一般的な要具洗浄方法として使われる高圧水シャワーに加えて、劇物である化学薬品などを使用しなければならない場合もある。

CleanLine Excell は VOITH 社の要具部門とともに開発されたトラバース型洗浄装置である。極小径のノズルからの少量の高圧水による洗浄により、フェルト、ワイヤへダメージを与えるリスクを低減する。また複数配列の高圧水ジェットによって高圧水シャワーと比較してフェルト、ワイヤ内部まで効果的に洗浄することができ、薬液使用量が低減された実績もある。さらに従来の高圧水シャワーと比較して大幅に消費水量と使用頻度を減らすことができる。

CleanLine シリーズは抄紙機のあらゆるセクションや紙種において、要具洗浄で高い能力を発揮し、今後も製紙業界の発展に貢献していく。

(本文33ページ)

#### ワイヤーにおける省エネ・操業改善事例

日本フイルコン株式会社 製紙・機能ファブリックカンパニー 国内営業部 東京営業所 山田壱路

抄紙用ワイヤーはワイヤーパートで使用される用具であり、その役割は①パルプスラリーの脱水、②紙質の形成、③次工程(プレスパート)への搬送の3つである。特に、紙質形成に関しては紙の出来上がりを左右する重要な役割であるため、その要求度は高い。また、坪量範囲が薄物から厚物まで広範囲であることから脱水や搬送に関しても多様な要求がある。現代では製紙業界における高品質、高生産性への要求が高まり、抄紙機は大型化、高速化へと発展している。抄紙用ワイヤーもその要求を満たすべく常に進化し続けている。

昨今,紙の需要が伸び悩む中,家庭紙においては堅調な推移を示している。日本ではコロナ禍における衛生意識の高まりにより,宿泊施設や飲食店でのタオルペーパーの需要が増加した。また海外でも人口増加や衛生環境の改善等で家庭紙の需要が増加しており、今後もグローバルな成長が見込まれている。家庭紙抄造のマシンには様々なタイプがあり、弊社では各種マシンの要望に沿ったワイヤーの開発を進めてきた。家庭紙用ワイヤーは繊維支持性、脱水性、洗浄性、走行安定性等が求められ、それらの優先順位を鑑みた上で、各マシンに適したワイヤーデザインの選定が重要となる。また近年では環境問題の意識の高まりにより、ワイヤーに対し省エネ性能も求められている。多くの要求事項に対応しつつ更なる付加価値を有した、個々のマシンに最適なワイヤーを継続して開発、選定していく。

本稿では家庭紙用ワイヤーの特徴と省エネ・操業改善に至った事例を紹介する。

(本文39ページ)

#### 家庭紙の生産性向上対策

一セルロース繊維がコーティング被膜に及ぼす影響と対策一

株式会社メンテック 富士事業所 開発生産技術二課 稲松 遼

近年,日本の製造業における人手不足は,年々深刻となっている。製紙業界においても,ネット通販の拡大により,段ボール需要は堅調に推移,加えてティッシュなどの衛生用紙も底堅い伸びを見せているが,製紙の現場における人手不足は喫緊の課題である。

対策としては、働き方改革と言われるような、IoT の活用や DX の推進による労働環境の改善や業務効率化が 求められる。取り分け、家庭紙抄造において、製品品質や生産性に多大なる影響を及ぼすヤンキードライヤーの コーティングおよび原紙のクレープの把握は、多数の要因が複雑に絡み合っていることから、長年の現場経験を 必要とし、属人的な判断となるため、業務の標準化も難しい。

この課題に対し弊社は、ヤンキードライヤーのコーティングおよび原紙のクレープについて、画像解析による リアルタイムモニタリングシステムの開発を検討している。これにより、誰もが簡単に同じ目線で、ヤンキード ライヤーのコーティングおよび原紙のクレープの現状を把握することができれば、業務効率化だけでなく、生産 性の向上、危険作業の回避、技術伝承問題の解決にも寄与することが可能だと考える。

今後の少子高齢化社会において、製紙の現場における人手不足は事業を継続する上での喫緊の課題になることから、本報告のような第一歩をいかに早く踏み出すかが重要と考える。

(本文 44 ページ)

### 家庭紙におけるファイバーコスト削減アプローチ

フォイトターボ株式会社 BTG 事業部 渡邉竜平, 越智 守, 加藤宏彦

ティッシュペーパーやトイレットペーパー、ペーパータオルといった家庭紙は、ペーパーレス化が進む現代社会においても、IT 化が更に進んだ未来においても、私たちの生活になくてはならない必需品である。

一方で、新型コロナウィルスやロシア一ウクライナ戦争の影響を受けて、原材料及びエネルギーコストは大幅に上昇し、家庭紙メーカーの収益性を圧迫している。特に、家庭紙の原材料費の80%以上を占めるファイバーコストの上昇は、3年前と比較して2倍以上に達しており、家庭紙メーカーにとって最も頭が痛いトピックである。

家庭紙に求められる機能や生産性を損なわずに、ファイバーコストを削減するにはどのようなアプローチが必要か。本邦では、『家庭紙におけるファイバーコスト削減』をテーマとして、弊社が提供する以下3つのアプローチについて紹介する。

- ① 変動最小化ソリューション『ReelTime (リールタイム)』による坪量減
- ② 嵩と吸水性を向上させるスペシャルクレーピングブレード『Textura (テクスチュラ)』による坪量減
- ③ ヘッドボックスシート・エネルギー最適化による紙力改善がもたらす NBKP 配合減

(本文 48 ページ)

#### 機能紙を対象とした画像解析と 2D/3D 元素分析

伯東株式会社 システムプロダクツカンパニー 営業一部 池崎満里子,中江俊喜

業界の効率化が進むに際し、品質管理や不具合解析のニーズは多様化、高度化している。それらの要求に応える評価、分析技術も日々向上しているものの、既に確立された分析手法への信頼と日常のルーチン業務の中で、他の業界では既に積極的に採用されて久しいような分析技術であってもその技術を評価し、自業務での活用を検討するということは簡単なことではない。今回そのような技術について製紙業界で適用評価を行う参考として、

2024年2月 — 023 —

最新の画像解析ソフトウェアを用いた製紙表面の異物含有率評価,繊維片の幅の分散評価に加え,レーザー誘起ブレークダウン分光分析(LIBS)法を用いて染色紙を例とした塗料や添加剤の異同識別や品質評価を目的とした水素一炭素比解析と,塗料や添加剤の分散評価を目的とし主に有機元素を対象とした 2D/3D の多元素分散解析を行い,アプリケーション利用の可能性が示唆される結果を得られたので報告する。

(本文53ページ)