

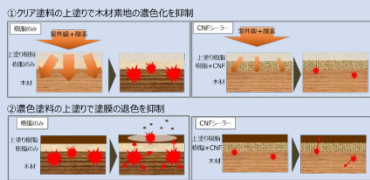
【事業の目的】 地域材を原料としたセルロースナノファイバー（以下、CNF）製造技術を実証し、製造したCNFを用いた機能性塗料の普及推進と、それによる木材需要の拡大及び地域経済の活性化を図る。

達成目標	事業成果
塗料用途に適した地域材CNFの製造プロセスの技術移転とCNFの製造実証  【パルプ化装置】 写真提供：玄々化学工業（株）  【CNF化装置】 写真提供：玄々化学工業（株）	①CNF製造設備の導入と設置 ・（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所（以下、森林総合研究所）の設備資料に基づいた施設及び製造設備の導入検討の結果、同等のスペック、機能を保持したうえで森林総合研究所の設備等と比較して1500万円のコストを削減し、玄々化学工業（株）に設置を行った。 ②CNF製造方法の研修 ・森林総合研究所から玄々化学工業（株）への技術移転のため、森林総合研究所ベンチプラントにて木材チップをパルプ化し、湿式解砕によってCNFを製造する製造方法について技術研修を行った。 ③CNF製造の作業手順の作製 ・森林総合研究所が作成したCNF製造マニュアルを参考とし、導入設備に合わせて作業手順を決定した。本事業におけるCNF製造は木材チップのパルプ化とパルプのCNF化の二つの工程に分かれ、本事業では二つの工程を組み合わせた一貫製造プロセスに基づいて製造した。 i. <u>木材チップのパルプ化</u> アントラキノン触媒を用いたアルカリ（水酸化ナトリウム）蒸解を行った後、過酢酸による漂白を行う。 ii. <u>パルプのCNF化</u> 酵素反応を行ったパルプ水懸濁液をビーズミルで解砕する。 ④製造した酵素・湿式CNFの評価 ・スギチップの産地（岐阜県産もしくは九州産）、製造場所（森林総合研究所もしくは玄々化学工業（株））が異なる4種類のCNF懸濁液を製造し、その性状（固形分量、粘度、分散状態）について評価した。 →パルプの産地やパルプ化及びCNF化の製造場所に関わらず、分散条件（CNF化工程でのビーズミルのパス回数）を規定することで同等の粘度挙動及び分散度合いのCNFを得られることが示された。 →固形分量はどの分散条件（パス回数）でもほぼ一定で問題なく、粘度はパス回数10回以上において解繊が進んだことを示す粘度の上昇がみられ、揺変性を示すTi値も解繊の指標となることを確認した。 →分散度合いの評価ではパス回数が15回以上のときに分散がシャープかつ微細化していることが確認された。 →これにより本実証事業で供試した岐阜県産スギチップを用いて製造したCNF（以下、地域材CNF）は塗料用途に適していることが確認でき、地域材CNFの製造による地産地消を実現できることが実証された。 →玄々化学工業（株）で製造した地域材CNFの測定結果をCNFシーラー用CNFの品質管理基準に利用することとした。 ・本事業でのCNFシーラー工場量産試作により約400kg／月（約4.8t／年）のCNFシーラー生産が可能である事を確認した。

実証製造したCNFを配合した塗料の性能確認



【CNFシーラー】
図提供：玄々化学工業（株）



【推定する退色抑制メカニズム】
図提供：森林総合研究所

CNFシーラーの試験施工とモニタリング評価の実施



【試験施工中の様子】
写真提供：玄々化学工業（株）



【設置後1年2ヶ月経過した塗装ベンチ】
写真提供：玄々化学工業（株）

①試作品の性能評価及び品質評価

・ビーズミルのパス回数を変えて製造したCNFシーラーの塗料性状（外観、粘度、臭気、貯蔵安定性）と塗膜性能（外観）を評価し、またそのCNFシーラーを塗装した試験片を用いて、ウェザーメーターによる耐候性試験を行い性能を確認した。
→スギチップの産地の違いや製造設備設置場所の違いは、塗料性状、塗膜性能に影響を与えないことが実証できた。
→ウェザーメーター試験（1,000時間）では、塗膜の変色や光沢等の全ての水準が良好であり、問題のないことを確認した。

②塗膜の退色抑制メカニズムの仮説

・耐候性向上のメカニズムを解明するために以下の測定及び分析を行った。
◇AFM観察：CNFの塗膜中における分布及び分散状態を観察し、樹脂とCNFがナノレベルで混合していることを確認した。
◇引張試験：CNFを分散した条件では膜強度が上昇した。
◇酸素ガス透過性：CNFの配合によって、酸素ガス透過度は1/2以下に減少し、酸素の遮蔽効果を確認した。
◇紫外線透過率：CNFの配合によって紫外線透過率が減少した。
◇ラジカル発生量：CNFシーラー塗装による、ラジカル発生量の抑制が認められた。
→以上より、CNFは塗膜強度の向上に加えて酸素や紫外線を遮断することによって塗膜を安定化していることが示された。
→CNFシーラーの耐候性向上メカニズムは、酸素や紫外線を遮蔽することで基材の変色を抑え、塗膜のひび割れや剥がれを防止することによって推定した。

①試験施工による検証

・屋外に設置された木製塗装品の塗り替え塗装としての施工性を検証する目的で、古い塗膜を除去してから塗り替える方式で4件の試験施工とそのモニタリング評価を実施した。
→モニタリング評価にて発生した「塗りにくい」、「垂れる」、「伸びない」といった問題点は“ダスター刷毛”と呼ばれる毛足が長く塗料の含みが良い塗装具を選定することで解決した。
→再塗装（塗り直し）の物件では、下地の木材の劣化状況によって前処理洗浄後も基材の色ムラや毛羽立ちが残るため、比較的隠ぺい力の大きい上塗り塗料を選定することで塗装後の仕上がりを向上させ得ることが明らかとなった。

②試験施工物件の経年変化の状況調査

・2019年11月にCNFシーラーを試験塗装した鉄道駅の木製ベンチ（新設）の経年劣化の状況調査を行った。
→目立った劣化や美観の低下がないことから一定以上の性能が担保できていることを確認した。

③水性塗料の市場規模と木質外構材の需要予測

・平成29年度水性塗料の国内生産量は約 43 万 t（塗料生産数量表、経済産業省統計調、経済産業省化学工業統計月報）、43 万 t の水性塗料のうち木材用でかつシーラーを採用する塗料の量を、水性塗料全体の 5%と仮定。
→必要なCNFシーラーの量は 10,750 t となり、それを製造するCNF（乾燥重量）は172 t/年の需要、CNF シーラーの販売価格を 1,000 円/kg に設定すると約 108 億円／年である。
→木材用塗料の耐候性を高めた塗料の普及は外構用木材の利用を促し、木材の需要を高める波及効果が期待できる。

普及啓発・成果発表の実施

- ①ホームページの制作・公開
- ・共同研究の取り組み成果を広く周知するため、CNFシーラーを紹介するホームページを作成した。



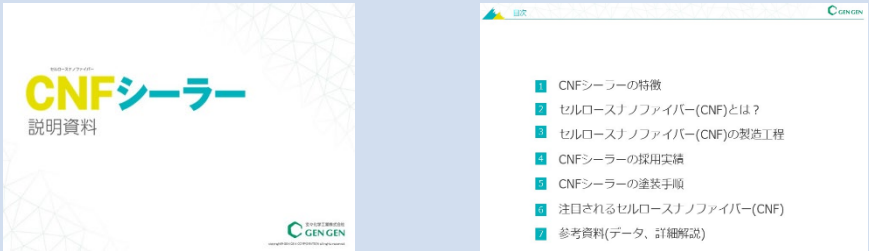
【CNFシーラーのホームページ】写真提供：玄々化学工業（株）

- ②事業成果を紹介するパンフレットの制作・公開
- ・CNFシーラーを独自のCNFを配合したオンリーワン製品として普及啓発に資するようなパンフレットを制作し、配布した。



【CNFシーラーのパンフレット】写真提供：玄々化学工業（株）

- ③玄々化学工業（株）施設見学会、セミナーにおいて使用するプレゼン資料の作成



【プレゼン資料】写真提供：玄々化学工業（株）

- ④展示会出展
- ・アグリビジネス創出フェア（2020年11月11日～13日）
- ・ふじのくにCNF総合展示会（2020年11月24日～2021年3月1日）