

キチンナノファイバーとその応用

Chitin nanofibers and their applications

星光PMC株式会社
技術本部 中川 麻里
池田 洋輔
柳堀有希乃
株式会社マリンナノファイバー
研究開発部 伊福 佐苗

1. はじめに

キチンは、カニやエビなどの甲殻類や昆虫の外殻を構成する成分であり、自然界に豊富に存在する天然資源である。工業的には、主にカニ、エビなどの殻を熱アルカリ処理により脱タンパク化し、さらに強酸による脱カルシウム行程を経てキチンが得られる。

キチンは *N*-アセチル-D-グルコサミンが β -1,4 結合した直鎖構造である(図 1)。キトサンはキチンの脱アセチル化誘導体であり、ギ酸、酢酸、プロピオン酸などと塩を形成するため酸性条件下では水に溶解する。

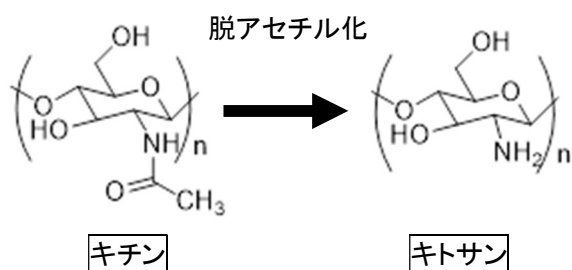


図 1. キチン・キトサンの構造

キチン・キトサンの主な効果は以下の通りである。

- ・保湿
- ・脂肪の吸収の制御
- ・血中コレステロールの低下
- ・免疫機能の調整
- ・皮膚や肉芽組織の再生
- ・抗菌

キチンを特殊な溶媒で溶解して不織布状や綿状に加工した創傷被覆材等が製品化され、人や動物用の

医療用途として活用されてきた。

一方、キチンのその他の活用については、種々の検討がなされたものの、実用化に至ったケースは限られている。キチンはほとんどの溶剤、水に不溶であるため加工性に乏しく、このことがキチンの産業利用を大きく妨げる要因となっていた。

2. キチンナノファイバーについて

キチンナノファイバーは、キチンをナノレベルまで微細化した繊維である。キチンはもともと結晶性の繊維であり、鳥取大学で開発された方法で解繊することにより、幅約 10~20 ナノメートルのナノファイバーにすることができる。¹⁾

キチンナノファイバーの特徴の 1 つは、水にきれいに分散することである。図 2 に示す通り、水に混ぜてもすぐに沈殿してしまうキチン粉末と比べ、キチンナノファイバーは半透明のジェルを形成し、水中に分散した状態を維持できる。このため、化粧品のような水性の製品への配合が可能なおにに加え、水を除去してシートを形成したり、凍結乾燥によって綿状にできたり等、様々な成形加工が可能になった。

鳥取大学を中心として、キチンナノファイバーに関する基礎研究が積極的に行われており、この素材の持つ様々な機能が明らかにされてきた。例えば、創傷部や炎症部にキチンナノファイバーを塗ることで、傷や炎症が緩和することが報告されている^{2),3)}。



図 2. キチンとキチンナノファイバーの水分散性

興味深いことに、キチンナノファイバーは創傷や炎症に対しキチンと同等以上の効果があり、ステロイド医薬品と同等レベルの治癒効果を示す結果も出ている。ナノファイバー化することでキチンの持つ生理作用がより引き出されたと言える。その他、肌に塗れば、キチンナノファイバーの薄膜が肌をコーティングして潤いをもたらすこと⁴⁾、植物に使用すれば成長促進や病害抵抗性を向上させること⁵⁾、さらに、プラスチックと複合化すれば補強効果があること⁶⁾などが明らかにされている。このように、キチンナノファイバーは医農工を含む幅広い分野で応用が期待できる、優れた素材である(図3)。

当社グループの(株)マリンナノファイバーでは、キチンナノファイバーの製造、開発を行い、最終製品の販売まで行っている。次に、マリンナノファイバー社の製造するキチンナノファイバーの特徴と、産業利用の状況について報告する。

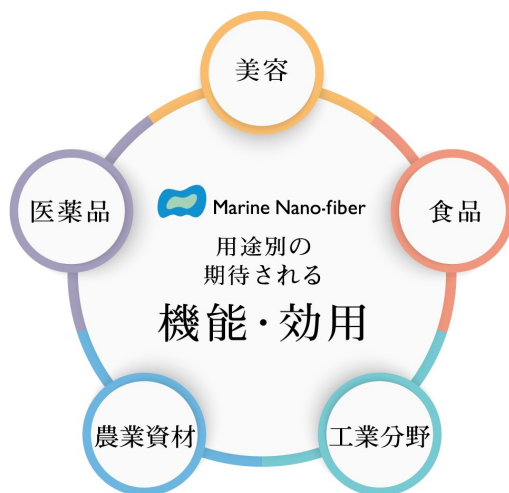


図 3. キチンナノファイバーに期待される応用分野

3. キチンナノファイバーの製造と性質

(株)マリンナノファイバーでは、自社特許技術の湿式粉碎法で、キチンからキチンナノファイバーを製造している。このキチンナノファイバーは、解繊前に脱アセチル化を行っているものがあり、一部がキトサンとなっている。

キチンナノファイバー製品の性質を表 1 に示す。幅が数十ナノメートルで、長さが数マイクロメートルの細長い繊維であり、このようなアスペクト比の高い繊維が水に分散しているため、キチンナノファイバーの水分散液は高いチキソ性を示す。図 4 はキチンナノファイバー製品 S-HL-02 の B 型粘度計による回転数と粘度の関係を表したものである。このグラフでは、回転数が高い時は粘度が低く、回転数が低い時は粘度が高いことが示されており、S-HL-02 はチキソ性を有する物質だといえる。チキソ性は、延ばしたり攪拌したりする時はスムーズに動くが、静止状態では流れにくく広がらない性質のことであり、化粧品・食品そして工業用途などで多くの利点がある。例えば、塗料にキチンナノファイバーを混ぜた場合、塗布時には広がりやすいが塗布後は垂れることなく安定する。また、キチンナノファイバーを添加した化粧品は、肌に塗っている時には広がるが、塗った後は流れ落ちないなどの利点がある。

表 1.キチンナノファイバー製品の性質

分子量	数万～数十万
ナノファイバーのサイズ	幅 :数十ナノメートル 長さ:数マイクロメートル
形状	水分散液
pH	酸性～中性
乳化作用	あり

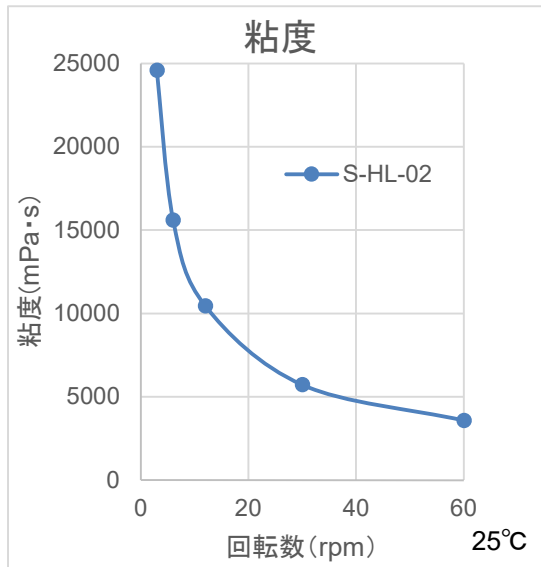


図 4.B 型粘度計によるキチンナノファイバー製品の粘度

キチンナノファイバー製品の物性は、解繊前のキチンの脱アセチル化の割合により大きく異なることが分かっている。(株)マリンナノファイバーでは、鳥取大学での研究成果をベースに独自のノウハウにより、用途に合わせたキチンナノファイバーを設計できる。

4. キチンナノファイバーの産業利用

現在、(株)マリンナノファイバーは、自社で製造したキチンナノファイバーを原材料としてメーカーなどに供給する B2B ビジネスと、キチンナノファイバーを配合した最終製品を自社で製造する B2C ビジネスを展開している。

4-1 化粧品分野への応用

上述した基礎研究で明らかにされているキチンナノファイバーの効果は、ヘルスケアの分野で活用されている。

(株)マリンナノファイバーで製造しているキチンナノファイバーの代表的な品番の安全性データを表 2 に示す。S-HL-02 は、肌や眼に対しての安全性が確認されており、人向けの化粧品原料として使用できる。既に化粧品メーカーを中心にキチンナノファイバーが活用されており、これまでに数十種類のキチンナノファイバー配合製品が誕生している。

また、(株)マリンナノファイバーは化粧品製造販売

許可を取得しており、キチンナノファイバーを配合した自社ブランドの化粧品の製造販売を行っている。

表 2. 安全性試験結果

製品名	マリンナノファイバー S-HL-02
敏感肌対象 24 時間 閉塞パッチテスト	安全品
ステイングテスト (乳酸ステインガー使用)	非刺激性
眼刺激性 (SIRC 細胞)	区分外*

*OECD テストガイドライン 491 に沿った判定基準により UN GHS が規定する危険有害性区分において、眼損傷/刺激作用を有する物質とは分類されない。

キチンは肌への様々な機能があることから、肌のトラブルに悩む方向けの化粧品を展開している。ラインアップとしてハンドクリーム、ハンドジェル、フェイスパック、スカルプローションなどがある(図 5)。



図 5. 自社製品の一部(KANI DANOMI™ シリーズ)

4-2 ペットケア分野への応用

キチンは動物医療の分野で活用されてきたことから、キチンナノファイバーも同様に、動物ケアの領域で応用できると考える。従来のキチン製品は上述した加工性の課題から、粉状、綿状、布といった形態に限られており、使用時は包帯で巻くなど何らかの形で肌に固定する必要があった。これに対しキチンナノファイバーは水に分散したジェルであることから、外用剤のように塗るだけでキチンを肌に適用可能である。さらに、キチンは食品成分由来の安全な成分であるた

め、水に分散したキチンを舐めさせることで口腔ケアに適用可能である。

実際に、鳥取大学の基礎研究ではキチンナノファイバーを投与することで、猫の歯肉炎の症状が改善することが報告されている⁷⁾。また、(株)マリンナノファイバーにおいては、キチンナノファイバーが口腔内細菌の一つであるジンジバリス菌 (*Porphyromonas gingivalis*) に対し、抗菌性能を有することを明らかにしている。ジンジバリス菌は、人や犬の歯周病の原因菌として知られている細菌で、繁殖時にチオール系の化合物を代謝物として排出することから、口臭の要因にもなっていると明らかにされている。

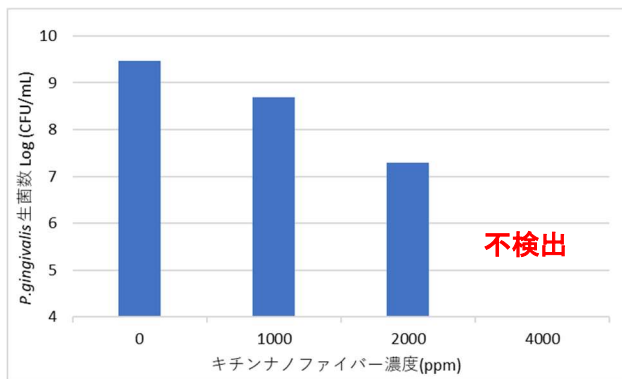


図 6. キチンナノファイバーのジンジバリス菌に対する抗菌性能

図 6 は、キチンナノファイバーの有／無の条件で、ジンジバリス菌の培養試験を行った結果を示す。キチンナノファイバーの濃度に応じてジンジバリス菌の生菌数が減少し(すなわち、菌の繁殖を抑制し)、4,000ppm ではほとんど菌を繁殖させない程の抗菌性能を示した。これらの結果は、キチンナノファイバーが犬や猫の口腔内の健康維持に非常に有効であることを示すものである。

これらの研究成果を背景に、(株)マリンナノファイバーでは、動物病院向けに、犬猫用の肌用保湿ケア製品と口腔用ケア製品を製造販売している。

5. まとめ

本報では、キチンナノファイバーとその活用について述べた。キチンをナノファイバー化することで、水に均一に分散させることが出来るようになり、従来の加

工性の課題を克服した。食品、化粧品、動物ケア商品に使用することでキチンの可能性を広げてきた。

キチンナノファイバーの研究は現在も多方面から行われており、(株)マリンナノファイバーにおいても、今後市場の大きい工業分野や農業分野へとキチンナノファイバーの活用を広げるべく、検討を進めている。廃材であるカニ殻を活用するエコテクノロジーにより多くの人を笑顔にできるよう、取り組んでいきたい。

《参考文献》

- 1)特許第 5186694 号公報
- 2) R. Izumi, et. al., *Carbohydrate Polymers* 123 (2015) 461.
- 3) R. Izumi, et. al., *Carbohydrate Polymers* 146 (2016) 320.
- 4) I. Ito, et. al., *Carbohydrate Polymers* 101 (2014) 464.
- 5) H. Kaminaka, et. al. *Frontiers in Plant Science*, 6, 1 (2015).
- 6) S. Ifuku et al., *Green Chem.*, 2011, 13, 1708.
- 7) K. Harada et. al, *Thai J Vet Med.* 2022. 52(4): 769.



星光 PMC 株式会社
技術本部
技術企画部
課長 中川 麻里
(Mari Nakagawa)



株式会社マリンナノファイバー
研究開発部
部長 伊福 佐苗
(Sanae Ifuku)



星光 PMC 株式会社
技術本部
技術企画部
主任 池田 洋輔
(Yosuke Ikeda)



星光 PMC 株式会社
技術本部
技術企画部
柳堀 有希乃
(Yukino Yanagibori)