

CNF を使った泡立ちの良い石鹸の開発

愛媛県立三島高等学校 2年

代表者: 信藤美優

山川ひな

CNF を使った泡立ちの良い石鹼の開発

愛媛県立三島高等学校 CNF 班

信藤美優 山川ひな 指導教諭 坪根虎汰

1. はじめに

私たちが住んでいる四国中央市は日本有数の製紙業の集積地であり、地域産業として、紙に関連する研究・開発が盛んに行われている。私たちはこの地域産業に着目し、紙の原材料から作られる新素材、CNF（セルロースナノファイバー）を活用した製品開発を行いたいと考えた。

本研究では、異なる製法で作られた、3 種の CNF を用いて石鹼を作製し、泡立ちの性質に与える影響を比較・評価する実験を行った。泡立ちやすさ、持続性、保湿性という観点に着目して、CNF の添加による石鹼の機能性向上を目的とした。

2. CNF について

CNF は、植物細胞壁の主要構成成分であるセルロースをナノスケールまで微細化した繊維状の物質である。CNF は高強度、軽量性、生分解性、親水性などの様々な特性を有し、多様な分野での産業利用が期待されている⁽¹⁾。

本研究では、大王製紙様からご提供いただいた、以下の 3 種の CNF を使用した。

ELLEX-S (図 1)

化学処理を施した広葉樹および針葉樹パルプを原料とする未変性 CNF であり、疎水性成分であるリグニンの含有量が少ない。そのため保水性に優れ、親水性材料との相溶性が高い（繊維径約 200 nm）⁽¹⁾。

ELLEX-C (図 2)

亜リン酸エステル化法により処理された CNF であり、繊維幅が極めて小さく、3~4 nm 程度のナノスケール構造を有する。高い透明性と分散性が特徴である⁽¹⁾。

ELLEX-★ (図 3)

環境負荷の低い薬品を用い、エネルギー効率の高い製造法によって得られる CNF である。繊維径は ELLEX-C と同様に 3~4 nm 程度であるが、製造工程においてより持続可能性が考慮されている⁽¹⁾。



図 1 ELLEX-S



図 2 ELLEX-C



図 3 ELLEX-★

3. 大王製紙様からの御助言

本研究を始めるにあたり、大王製紙に訪問して、CNF の泡立ち特性への影響に関する御助言をいただいた。具体的には、シェービングフォームに未変性 CNF (ELLEX-S) を添加すると初期発泡性が向上し (=泡立ちが良くなる)、亜リン酸変性 CNF (ELLEX-★) を加えると発泡維持性が高まる (=立った泡が長持ちする) ことが報告されている。両者を併用して石鹼に添加することで両方の効果を兼ね備えることが可能ではないかとお話いただいた。この御助言をもとに、それぞれの CNF を添加した際の泡立ち特性について調べる実験を行った。

4. 研究方法

4－Ⅰ 石鹼の作製可否および、外観の確認（CNF 添加の有無による比較）

CNF の有無および種類によって石鹼の外観がどう変化するかを比較するため、以下の手順で石鹼を試作した。

【準備物】・菜種油（33g） ・純水（1～5g） ・水酸化ナトリウム（4.5g） ・各種 CNF（1～5g）

【手順】

- ① CNF と純水、水酸化ナトリウムをビーカーに入れ水酸化ナトリウムが溶解するまで攪拌した。（この際、試料によって CNF の量を変化させるが、純水と CNF を合わせた量が 5g になるように、純水の量を調節した。）
- ② ①で作成した液体と菜種油を混ぜ合わせ、均一化させた。
- ③ ②で作成した液体をシリコン型に流し入れた。
- ④ 15 日間常温で固め、外観を観察した。

【結果】

図 4 に作製した石鹼の写真を示す（各写真のシリコン型において、左上は 5 g、真ん中上は 4 g、右上は 3 g、左下は 2 g、真ん中下は 1 g の CNF を添加している。LLEX-C の右下の石鹼には CNF を加えていない）。CNF の種類および添加量により固化の程度が異なった。CNF 添加量が多いほど固化時間が短く、しっかり固化していた。特に繊維径が太い ELLEX-S が固化しやすい傾向にあった。逆に CNF の添加量が少ないほど固化時間が長く、固まりにくかった。

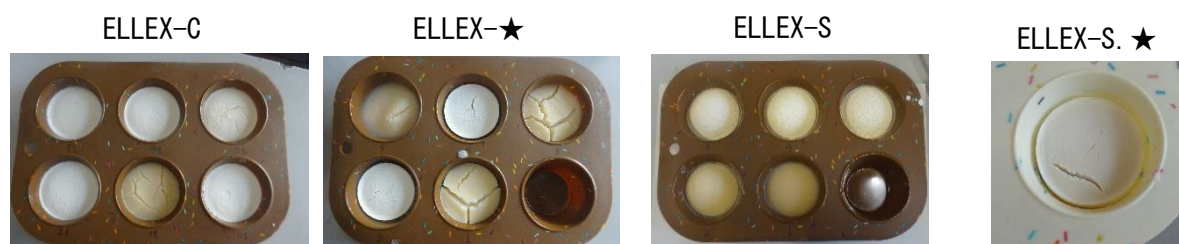


図 4 作製した石鹼の写真

4－Ⅱ 泡立ち特性の評価

CNF の有無および種類によって石鹼の泡立ち特性がどう変化するかを比較するため、以下の手順で実験した

【準備物】・ 4－Ⅰ で作製した石鹼 ・ 泡立ちホイッパー（ダイソー製）

【手順】

図 5 のように、泡立ちホイッパーの容器に石鹼（1g）と水（40g）を加え、泡立て棒を上下に動かし、泡立てた。容器内全体が泡で満たされるまで、棒を上下動かし、この動かした回数を記録した。棒を動かした回数が少ないほど、初期発泡性がよい（＝泡立ちがよい）石鹼である。

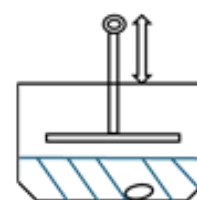


図 5 泡立ち特性
実験の方法

【結果】

図 5 に実験の結果を示す。CNF 添加により泡立ち速度が向上した。特に CNF 添加量が多いほど泡立ち回数が少なく、泡立ちが早かった。CNF の種類による差もみられた。

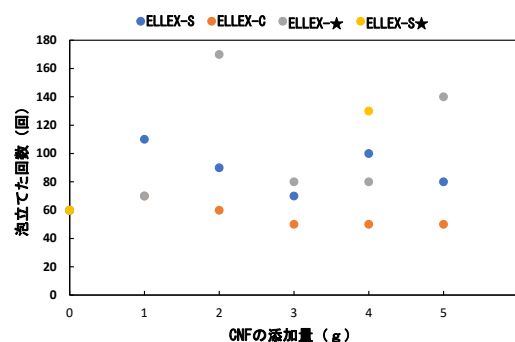


図 5 泡立ち特性実験の結果

4－Ⅲ 保水性の評価

CNFの有無および種類によって石鹼の保水性がどう変化するかを比較するため、以下の手順で実験した

【準備物】・4－Ⅰで作製した石鹼 ・ドライフルーツ（バナナ）

【手順】

水 10ml に石鹼 0.5g 加え石鹼を溶かし、溶けたらドライフルーツを入れ一日常温で放置した。
一日後、放置したドライフルーツの固さを確かめた。

【結果】

CNFの種類によってバナナの固さが違っていた。(図6～図11にかけて固くなっている)CNFを加えた石鹼の中では ELLEX-S★の水溶液の中に入れたドライフルーツが最も柔らかくなった。CNFなしの石鹼と水の中に入れたドライフルーツは固さが同じだった。よって ELLEX-S★を石鹼に加えると保湿性が上がることがわかった。



図 6 ELLEX-S. ★



図 7 ELLEX-S



図 8 ELLEX-★



図 9 ELLEX-C



図 10 CNF なし



図 11 水のみ

5. 考察

2-I では、CNF の添加量を増やすと固くかたまることがわかった。このことから、CNF を添加することで、ケン化反応自体を促進しているのではないかと考える。CNF の繊維が太いものほど。固まりやすかったことから、セルロースの親油基と親水基が、油と水酸化ナトリウムに結び付き、反応を促進していると考ええる。ELLEX-C (4g) と ELLEX★ (5, 3, 1g) が固まりにくかったのは 15 日間では反応しきれなかったことや材料の攪拌に不備があったことが原因だと考える。

2-II では CNF を多く加えるほど泡立ちが良くなることが分かった。これは、石鹼だけではなく、先述のセルロースの親油基と親水基も水と強く結びつくことで、泡の維持力が高まり、泡立ちがよくなっているのではないかと考える。

2-III では、CNF を添加するとドライフルーツが水分を吸収しやすくなり、やわらかくなった。水分を吸収しやすくなることから、保湿性の高い石鹼なのではないかと考える。

6. まとめ

CNF を多く加えるほど石鹼は固まりやすくなり、泡立ちが良くなることが分かった。また CNF を加えることで、保湿性も向上することが示唆された。今後は、材料をより均等に混ぜられる方法を考えるとともに、泡の持続性や、保水性をより正確に調べる方法を検討していきたい。

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、大王製紙株式会社新素材研究開発室の大川淳也様に CNF の提供と研究計画におけるご助言をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

8. 参考文献

(1) 「CNF について」 <https://www.daio-paper.co.jp/development/cnf/> (2024 年 8 月 10 日閲覧)

(2) 「シェービング剤組成物」, https://ipforce.jp/patent-jp-P_A1-2022-32280

(2024 年 8 月 10 日閲覧)