

ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討Ⅱ

川 端 久 之*

川 戸 伸 一**

前報¹⁾で一般的な生機の精練工程の課題対応として環境負荷の少ない精練を目指し、精練にファインバブル(以下、「FB」とする)を用いたが、FB を使用しても練減り率の変化は得られなかった。その原因として試薬が FB を阻害した可能性があったため、本報では、アルカリ性電解水(以下、「電解水」とする)に FB を使用した結果、温度 100℃で 15 分間の練減り率試験の実施で電解水に FB を使用しない条件よりわずかに高い練減り率を得た。

1 はじめに

一般的な生機の精練工程における課題対応として環境負荷の少ない精練を目的とし、前報「ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討」¹⁾では、煮沸及び低温精練において FB を使用したが、FB の使用の有無による練減り率の有意差は得られなかった。

その原因として試薬(石鹼及びケイ酸ソーダ)が FB を阻害し、FB が消失した可能性を考えた。そこで、本検討では試薬を使用せずに電解水を使用し、電解水と石鹼水に FB を使用するかどうかで練減り率(%)に差があるかを確認した。

また、加温により FB が消失する可能性が考えられ、任意の温度に加温した FB 水及び電解水における FB 個数濃度及び FB 径の測定により、どのような条件で溶液中に FB が存在できるかを確認した。

2 材料及び機器

2.1 試験生地

紋意匠ちりめん(目付(生機):36 匁付(400 cm²あたり 6.3 g)、たて糸:生糸 31 中×2 本、絵ぬき:生糸 21 中×9 本 諸撚り糸、地ぬき:生糸 21 中×6 本 強撚諸撚り糸(八丁撚糸))を使用した。

2.2 FB 水

純水製造装置 Elix Essential UV3(Merck)で精製した純水をナノバブル発生装置 NB-1((有)ケイアイシー)に通水し、FB 水を得た。

2.3 試薬・溶媒

電解水 espal(ジブコム合同会社)、赤玄マルセル石鹼(第一工業製薬(株))

2.4 機器

精密天秤 MCE125S-2S01-U(Sartorius)、電気コンロ THP(ニチワ電機(株))、pH メーター F-12((株)堀場製作所)、熱風定温乾燥機 STAC-S45M((株)島津理化)、ナノ粒子径分布測定装置 SALD-7500 nano((株)島津製作所)

3 試験方法及び結果

3.1 練減り率試験方法

図 1 に示すフローに従い、精練試験を実施した。なお、練減り率の計算は、式(1)により求め、3 回試験を実施した際の平均値を算出した。

$$D_L = \frac{W - W'}{W} \times 100 \quad (1)$$

D_L: 練減り率(%)

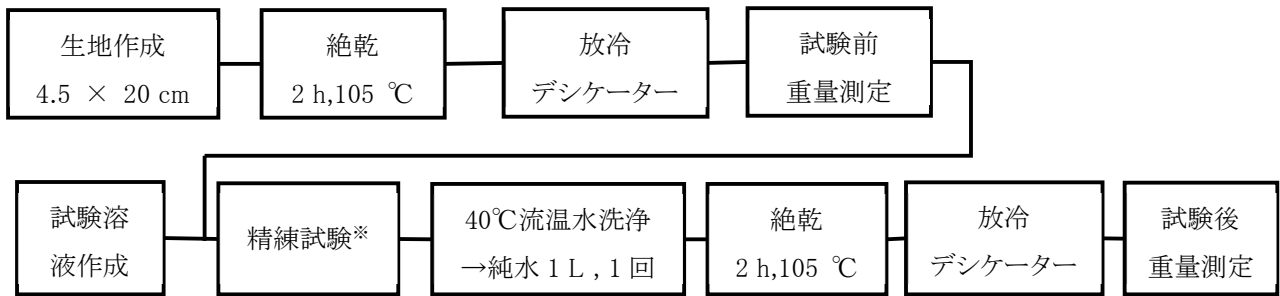
W: 試験前の絶乾重量(g)

W': 試験後の絶乾重量(g)

3.2 練減り率試験結果

3.1 による方法で試験を実施したところ、石鹼水と石鹼 FB 水及び電解水を比較すると練減り率の平均値は同程度であったが、電解水と電解 FB 水の比較では電解 FB 水の方が 1.07 %高い練減り率であった(表 1、図 2)。

* 企画連携課 技師 **企画連携課 主任研究員



※ 試験溶液は表 1 により作成し、試験溶液 200 mL を用い、温度 100 °C で 15 分間の精練試験を実施した。

図 1 練減り率試験フロー

表 1 試験溶液の条件

精練溶液	溶媒	添加剤	添加濃度	pH
石鹼水	純水	石鹼	0.5wt%	11.8
石鹼FB水	FB水	石鹼	0.5wt%	10.7
電解水	純水	電解水	5vol%	11.3
電解FB水	FB水	電解水	5vol%	11.3

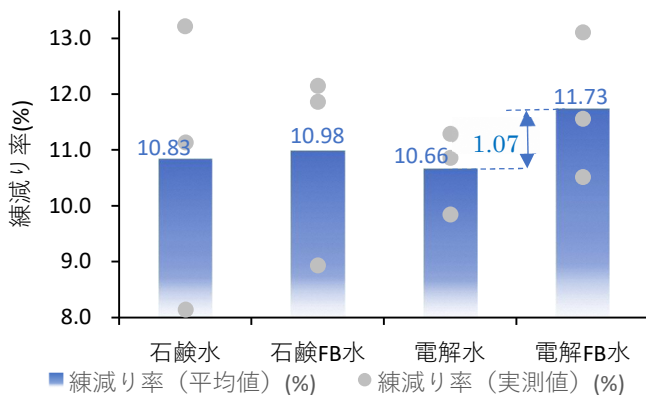


図 2 精練溶液による練減り率

3.3 FB 測定方法

溶液作成は FB 水に対して電解水濃度が 50 vol% になるよう電解水を添加し、10 分間煮沸した電解 FB 水及び所定温度まで加温した FB 水を室温まで放冷する作業を 3 回行った。サンプリングは ISO 規格²⁾ に従い、ガラス製バイアルに気泡の入らないよう完全充填した。輸送は ISO 規格³⁾ に従い、「ナノ粒子径分布測定装置」所有の施設まで鉄道及び徒歩で 3 時間程度の距離を輸送した。溶液の FB 個数濃度(個/mL)及び FB 径(μm)を測定し、3 回作成した溶液の平均値を結果の値とした。

なお、FB 水はガラスバイアル瓶に完全充填した場合、国際航空輸送でも 13 日間の輸送で個数濃度はほぼ変わらないというデータが得られており⁴⁾、ISO 規格に準じ輸送した本検討条件では、輸送による消失はほとんど無いと考えた。

3.4 FB 測定結果

本検討で石鹼 FB 水の FB 測定を試みたが、石鹼 FB 水は濁りによりレーザーが透過しない液性であったため、ナノ粒子径分布測定装置では FB 個数濃度及び FB 径を評価する事ができなかった。

加温した FB 水の FB 消失温度帯は 50~70°C の間であり、10 分間煮沸した電解 FB 水では FB が存在する事がわかった(表 2、図 3)。

FB 径による FB 個数濃度分布に着目すると、いずれも正規分布形状で、電解 FB 水及び FB 水 1 は平均径が 0.1 μm 付近である事に対し FB 水 2 は 0.2 μm 付近であった(表 2、図 4)。

表 2 各溶液条件における FB 径及び pH

溶液条件	温度(°C)	FB径(μm)		pH
		平均径	メディアン径	
電解FB水	煮沸	0.092	0.091	12.9
FB水1	室温	0.104	0.102	8.1
FB水2	50	0.171	0.171	8.2
FB水3	70	-	-	8.2

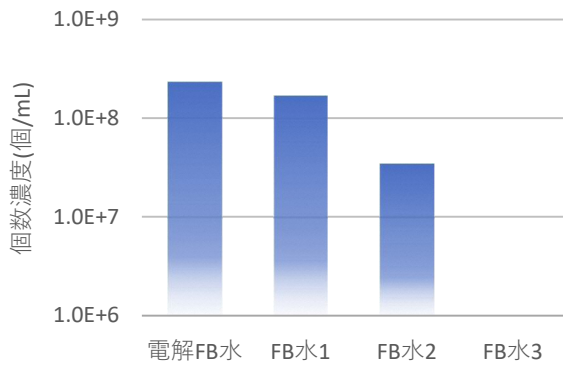


図3 FBの個数濃度

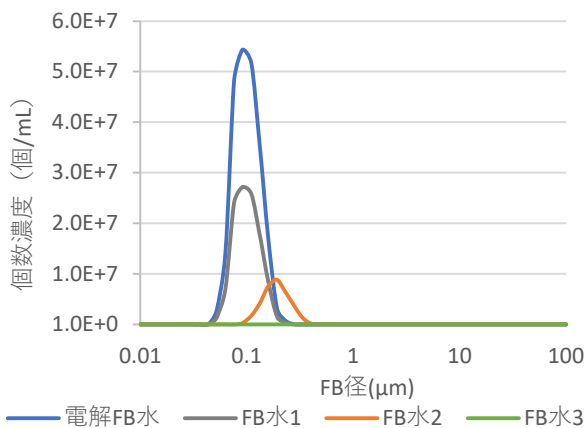


図4 FB 個数濃度及びFB径の分布

4 考察

4.1 精練に対するFB効果

石鹼水と石鹼FB水の練減り率(平均値)を比較したところ同程度であった。これは石鹼がFBを阻害しFBが消滅又は減少したため、FBが練減り率に影響を与える程度ではなかった可能性があると考えた。

3.2よりpHが同程度で精練試験時間15分である本検討の条件下では、石鹼水と電解水の練減り率の平均値が同程度であったため、液性による練減り率の差は小さい可能性があると考えられる。また、3.4の電解FB水中のFB保持を考慮すると、電解水より電解FB水で高い練減り率(平均値)となった要因はFBである可能性があり、その洗浄効果⁵⁾が働き、練減り率に影響を与えた可能性があると考えた。

しかし、今回の結果のみでは実測値のばらつきが大きいため、さらに試行回数を増やした検討が必要である。今後、試行回数を増やし、FBが練減り率に与える影響が明らかになれば、電解水及びFB水の

同時使用で既存の精練より精練初期の練り速度の向上に繋がる可能性が考えられる。

本検討では15分の精練に対するFBの影響を検討したが、一般的に精練は生糸表面に25%程度付着するセリシンたんぱく質を除去する工程であるため、最終的に環境負荷を評価する際は練減り率が25%程度となるまでの精練試験時間に着目した評価が必要となる。

4.2 加温によるFB消失

FBの上昇速度はFB径と相関があり、FB径は温度と相関があることがわかっている⁶⁾。また、3.4よりFBは温度上昇に伴いFB径が大きくなる事が示唆された。これらのことから、50~70℃の間で温度による影響によりFB径が浮力を持つ程度まで増大又はFB同士が凝集し気泡が大きくなった結果、浮上して消失した可能性があると考えた。

4.3 電解水中でのFB保持

気泡を含むアルカリ溶液のゼータ電位の絶対値はpHに依存し、アルカリ濃度が高くなるに従い、ゼータ電位の絶対値が高くなるというデータ⁶⁾が得られており、煮沸した電解FB水中でFBが存在できた理由として、FB表面をとりまく電気二重層の電位差がアルカリ溶媒中では高いため、FB同士が相互に反発し分散性が安定化するためと考えた。しかし、FB表面のイオンの分布については未だ議論が続いており⁶⁾、不明確な部分が多い。まずはFB水と電解FB水のゼータ電位の絶対値を比較し、電解FB水の方がゼータ電位の絶対値が大きくなることを確かめる必要がある。

ゼータ電位によるFB有無の評価ができれば、本検討の課題である石鹼FB水中のFB有無もゼータ電位の絶対値で評価できる可能性があると考えられる。

また、練減り率試験時の電解水濃度は5vol%であった事に対してFB測定時の電解水濃度は50vol%であり、アルカリ濃度によるFB保持については不明確で、今後5vol%電解FB水中にFBが存在する事を明らかにするためには5vol%電解FB水の

ゼータ電位評価も併せて行う必要があると考える。

5 まとめ

電解水精練における FB 有無による練減り率と FB の存在を確かめたところ、以下のことがわかった。

- (1) 温度 100 °C で 15 分間の練減り率試験を 3 回実施したところ、電解水と電解 FB 水の比較では電解 FB 水の方が 1.07 % 高い練減り率(平均値)を得た。
- (2) FB 水は加温により FB 径が増大する事が示唆され、50~70 °C の範囲で FB が浮上して消失すると考えた。また、電解 FB 水は 10 分間煮沸しても FB が保持されることがわかった。

本検討結果より、電解水及び FB 水の同時使用で既存の精練より精練初期の練り速度の向上に繋がる可能性が考えられる。練り速度が向上すれば、練り時間短縮に繋がり、現状より環境負荷の少ない精練が見込める。

しかし、実際の完成品である精練後の織物は風合い、収縮及び擦れ等の品質評価も重要な指標となる。まずは環境負荷低減を考えた上で、最終的には品質評価も考慮した検討が必要であると考ええる。

6 参考文献

- 1) 川端久之ほか;ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討,京都府織物・機械金属振興センター研究報告,No.56(2022),pp.6-8
- 2) ISO 20298-1 Fine bubble technology -Sampling and sample preparation for measurement (2018)
- 3) ISO 21255 Fine bubble technology--Storage and transportation of ultrafine bubble dispersion in water (2018)
- 4) 寺坂 宏一,田中俊也;超純水中の空気ウルトラファインバブルの輸送、濃縮、希釈及び除去,混相流,36 巻 1 号(2022),pp5-6
- 5) 寺坂 宏一ほか;進化するファインバブル技術と応用展開,初版,化学工学関東支部(2022),pp.156-180
- 6) 寺坂 宏一ほか;ファインバブル入門,初版,ファインバブル連合会(2021),p.34,pp.57-58,pp.96-105