

二酸化炭素による繊維製品の洗浄 ～温度と洗浄効率～

Textile Cleaning with Carbon dioxide ～Effect of temperature on detergency～

0030126 山口 道子 Michiko YAMAGUCHI

1. 目的

欧米で通常の有機溶媒の使用に関する制限が増加しているのに伴い、二酸化炭素は、液体あるいは超臨界流体での洗濯過程において、最も広く使われているドライクリーニング溶剤（パークロロエチレン）に置き換わる有望な流体として注目されている。無毒、非燃性かつ入手容易な溶媒である二酸化炭素の利用によって、人体および環境にやさしい洗浄が可能となるだろう。

しかし、超臨界および液体二酸化炭素によって取り除ける物質は限られている。脂質などの非極性物質はよく取れるが、極性物質は取り除くことができない。本研究では、超臨界あるいは液体二酸化炭素による洗浄システムを構築するため、人工汚染布を用いて基礎的な実験を行うことを目的とした。

2. 実験

2.1 装置

- ☆ ペルチェ型超臨界流体送液ポンプ
(日本分光、SF-Jet)
- ☆ 洗浄カラム (分離・脱着)
(内径 30mm 外径 38mm 長さ 100mm)
- ☆ 回収カラム
(内径 10.7mm 外径 12.7mm 長さ 100mm)
- ☆ 恒温槽+循環ポンプ
(ADVANTEC DRM620DA、AKICO)

2.2 試料

- ☆ 二酸化炭素 (純度 vol.% 99.997、水分 vol.% 0.004、露点 $^{\circ}\text{C}$ -50)
- ☆ 多成分複合湿式人工汚染布 (洗濯科学協会 5×5cm)
- ☆ 綿白布 (カネボウ #2023 晒金巾 5×5cm)

2.3 方法・手順

恒温槽を所定の温度にした後、洗浄装置のカラム内に5枚の試験布を入れ、洗浄カラムをラインに取り付ける。次に送液ポンプを作動させ、バルブを開け、ポンペから装置内に二酸化炭素を導入する。条件を変え、洗浄前後の表面反射率を測定した。布を二酸化炭素に接触させる時間は全て60分、循環時間は汚染布のみのものを除き、12rpmで15分間。

☆ 汚染布のみ

- 温度 ($^{\circ}\text{C}$) : 15、20、25、50、75、100
- 圧力 (MPa) : 5、10、15、20、23
- 循環時間 (min) : 0、15、30、45

☆ 白布入り

- 汚染布 (枚) : 白布 (枚) = 3 : 2
- 温度 ($^{\circ}\text{C}$) : 25、50、75
- 圧力 (MPa) : 5、10、15

☆ 汚染布の位置変化

- 温度 ($^{\circ}\text{C}$) : 50
- 圧力 (MPa) : 15
- 循環時間 (min) : 15

※この汚染布の位置を変えた実験の場合を除き、汚染布の位置は、カラムの内壁に平行となるように入れた。ここでは、カラム内の汚染布の位置を変えて実験を行った。

2.4 評価

ハンディー色差計「NR-3000」(日本電色工業(株))を用い、布1枚につき表裏それぞれ5ヶ所ずつ表面反射率を測定し、平均値からクベルカムンク式によりK/Sを求め、汚染布の洗浄効率と綿白布の再汚染率を算出。

3. 結果と考察

3.1 温度と洗浄効率

汚染布のみで二酸化炭素洗浄した結果を、Fig.1に示す。5MPa以下の圧力では洗浄効率が温度に関わらず低い。これについては、5MPaの場合、ポンペ圧のみで、CO₂送液はしないため、機械力が他に比べて少ないと考えることもできる。10MPa以上の圧力下では、低温度、高圧力であるほど洗浄効率が高いという関係がみられる。また、高圧力であるほど、温度の影響が少なくなる傾向がある。これは、低温度、高圧力であるほどCO₂の物質に対する溶解力が大きくなるためだと考えられる。20 $^{\circ}\text{C}$ を境に、それより低温側で洗浄効率が低いかどうかについては、現段階では確定できない。

3.2 循環時間と洗浄効率

Fig.2には汚染布のみで二酸化炭素洗浄した際の洗浄効率とCO₂循環時間との関係を示した。ここから、循環しないと非常に洗浄され難いことがわかる。また、循環時間は、15分と30分とで洗浄効率にはほとんど影響しない。

3.3 白布を入れた時の洗浄効率

結果は圧力ごとの洗浄効率をFig.3、Fig.4、Fig.5に示した。5MPaでは50 $^{\circ}\text{C}$ 以上、10MPaでは75 $^{\circ}\text{C}$ で白布共存の効果が幾分みられる。また、白布の再汚染率は、1%未満で低く、再汚染はみられない。

3.4 カラム内の汚染布の位置による影響

Table.1 では、汚染布 5 枚をカラム内壁に平行に投入した場合と、カラム内壁に対して垂直に投入した場合の結果を示した。表内の図は、投入した時の模式図である。3.3 までに述べた実験で、5 枚の汚染布を用いているが、この中の 4 枚はカラム内壁に平行して投入し、5 枚目は丸めて他の汚染布と平行に投入した。このため、5 枚目に最も循環時の機械力および他の汚染布との摩擦力がかかると予想でき、実際に洗浄効率が低い傾向があった。4 枚の汚染布の、壁と反対側の面(back side)も洗浄効率が良かった。Fig.6 をみると、投入方法および投入位置により、洗浄効率が変ることが確認できる。ただし、カラム断面と平行な場合に、より大きな機械力がかかるわけではないようだ。

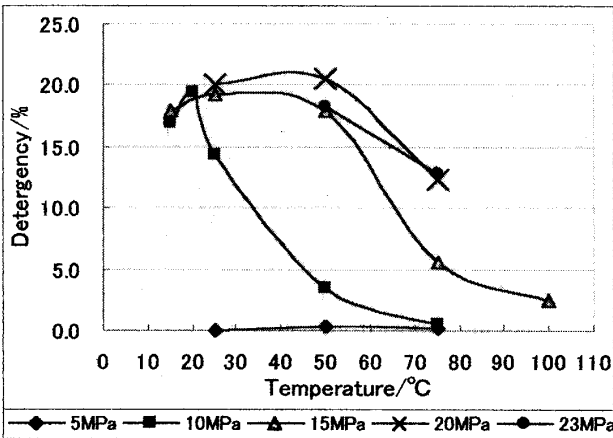


Fig.1 Detergency as a function of temperature (15min circulation)

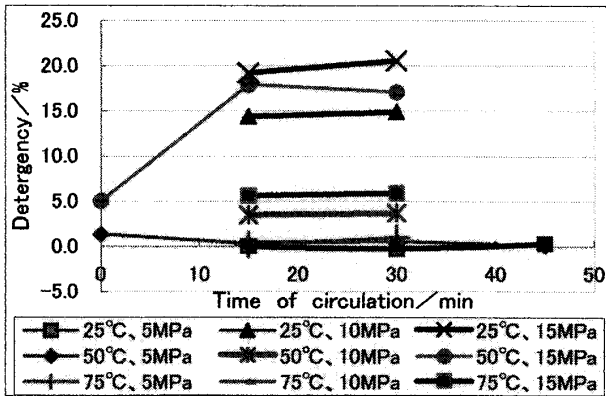


Fig.2 Effect of circulation time on detergency under various conditions

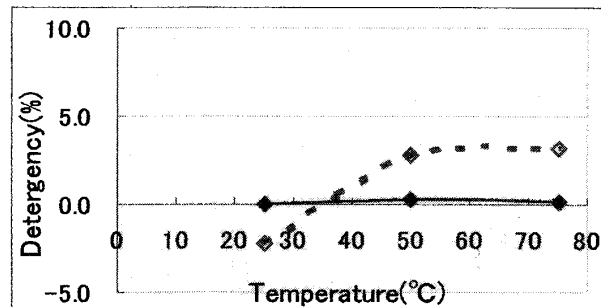


Fig.3 Detergency of artificially soiled cloth with(◇) and without(◆) white cloth at 5MPa

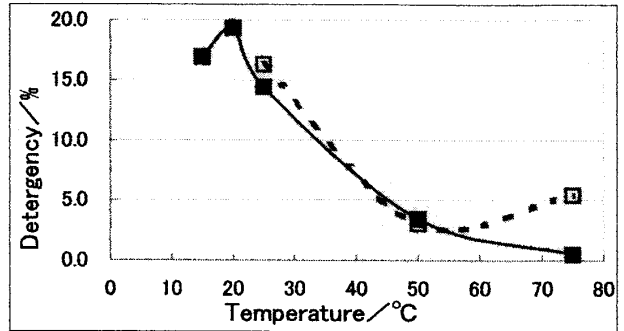


Fig.4 Detergency of artificially soiled cloth with(□) and without(■) white cloth at 10MPa

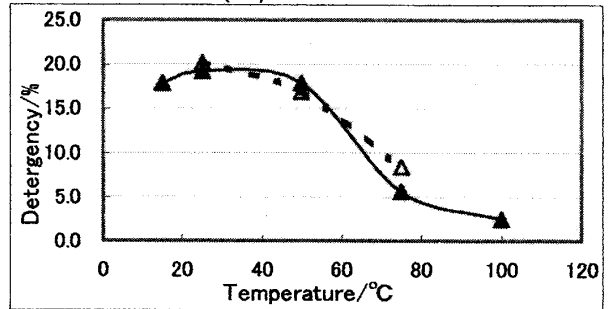




Fig.5 Detergency of artificially soiled cloth with(△) and without(▲) white cloth at 15MPa

Table 1. Effect of putting way of test cloths in washing column on detergency, at 50°C, 15MPa, and 15min circulation

Parallel to the column wall 	17.9%
Parallel to the cross section 	12.7%

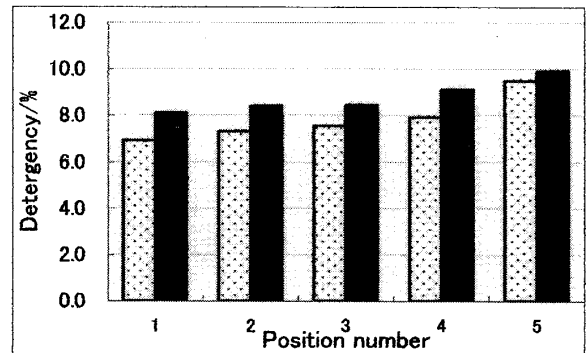


Fig.6 Average detergency of soiled cloth and its position number, front(□), and back side(■)

4. 今後の課題

二酸化炭素洗浄は、適切な条件下でよいドライクリーニング溶剤となり得る。今後は、適当な添加剤および界面活性剤を見出し、実用化することが求められるだろう。

<謝辞>

送液ポンプ、恒温槽のご提供と数々のご助言を賜りました福井大学 堀照夫教授、田畑功技監ならびに研究室の方々に感謝申し上げます。

(指導教官 駒城 素子)