

洗浄系におけるカルシウムイオンの効果
 - 多成分複合人工汚染布に対する洗浄性-
 Effect of Calcium Ion in water on Detergency
 - On multi-components soiled cloth-

0030116 内藤 理絵 Rie NAITO

1. 目的

洗濯用水中の硬度成分 (Ca^{2+} , Mg^{2+} , etc.) は、アニオン界面活性剤と結合して水不溶性の沈殿を形成するため、洗浄性を低下させることが知られている。

一方、当研究室ではこれまで、綿、ポリエステル布上の脂肪酸の除去に対する Ca^{2+} の寄与について調べ、脂肪酸の鎖長に依存すること、 C_{16} 飽和脂肪酸 (パルミチン酸) と C_{18} 不飽和脂肪酸 (オレイン酸) に対して正の効果、または $5\sim 10^\circ$ DH で極大洗浄効率があることを確認している。

そこで、本研究では汚れを土壌やカーボンブラック含有の多成分複合人工汚染布に切りかえ、油脂以外の汚れに対して、硬度成分がどのように影響するかを洗浄条件 (温度、浴比、pH) を変えて実験を行った。また、洗浴の導電率を測定し、洗浴中の電荷状態を調べた。

2. 実験

2-1 試料

試料布：湿式人工汚染布 (洗濯科学協会)
 界面活性剤：ラウリル硫酸ナトリウム (SDS、試薬 1 級、関東化学株式会社)
 緩衝液：ホウ酸、塩化ナトリウム、四ホウ酸ナトリウム (試薬 1 級、関東化学株式会社)

2-2 実験方法

2-2-1 洗浄実験

洗浄条件：用水の硬度； $0\sim 20^\circ$ DH ($0\sim 3.6\times 10^{-3}\text{M}$, CaCl_2 により調整, pH=6)
 SDS 濃度；0, 0.04, 0.1% ($0\sim 3.4\times 10^{-3}\text{M}$) 浴比；1:20, 1:30
 洗浄温度；20, 40, 60°C

洗浄方法：200ml 振とう瓶中に洗浴を 75ml と人工汚染布を 3 枚入れ、恒温振とう機 (大洋科学工業) で、30 分 120cpm で振とうした。

pH の変化 Palitzch の緩衝液 ($1.1\sim 1.2\times 10^{-1}\text{M}$) を加え、pH=7, 8 に調整し、再度上記の洗浄実験を行った。

2-2-2 評価

表面反射率をハンディー型色差計 NR-3000 (日本電色工業株式会社) で各汚染布表裏 2 ケ所ずつ測定し、クベルカ・ムンク式による

K/S から洗浄効率を算出した。

2-3 導電率測定

洗浴中の電荷状態をみるために、汚染布なしのブランク浴 (30 分 20°C 120cpm で振とう) の導電率を、電極法 (DIGITAL CONDUCT METER CM-15A, 東亜電波株式会社) により測定した。

3. 結果と考察

3-1 洗浄効率に及ぼす因子

Ca^{2+}

Fig.1 に pH 調整なしの 60°C で洗浄した結果を示す。(a) の浴比 1:30 では、SDS 濃度が 0.04% において、硬度が洗浄効率に正の効果をもたらしており、また SDS 濃度 0.1% において、硬度 10° DH で極大洗浄効率が現われている。

一方 (b) の浴比 1:20 では、SDS 濃度が 0.1% において、硬度 10° DH で極大洗浄効率が現われている。

以上のことより、 Ca^{2+} は SDS の存在により洗浄性に正の効果や極大洗浄効率をもたらす、それは浴比に依存するということがわかった。

温度

SDS 濃度 0% の場合、いずれの硬度でも温度が増加すると、洗浄性が低下する。一方 SDS 濃度 0.04%、1:30 では、温度を高めても Ca^{2+} が存在することにより、この傾向を抑制し、洗浄性は低下しないということが明らかになった。(Fig.2(a))

同じ SDS 濃度でも、浴比 1:20 で洗浄した場合、いずれの硬度においても 40°C で極小を示した。またこの温度依存性は硬度の影響を受けていない。(Fig.2(b))

以上のことより、洗浄性には温度と浴比が複雑に影響を与えることがわかった。

pH

Fig.3 に SDS 濃度 0.1% 60°C で洗浄した場合の pH との関係を示す。硬度 0 および 20° DH では pH に依存し、pH=7 および 8 で洗浄性が増加した。それ以外の硬度では、洗浄効率は pH の影響を受けていない。

以上のことは浴比 1:30, 1:20 で共通している。なお pH=6 ではイオン強度調整を行って

いないためその影響が出たことも考えられる。
 3-2 導電率 (Fig.4)

Fig.4 に緩衝液 (pH7) ありと緩衝液なし (pH6) の導電率を示す。図中には SDS 濃度 0%で回帰直線を引いている。この回帰直線を比べると 2 つの勾配はほとんど一致しているため、緩衝液は加えた Ca²⁺による、Ca²⁺の溶解状態に影響を与えていないことがわかる。しかしどちらも SDS が共存すると、導電率の増加が抑えられ、白濁も生じたことから、Ca(DS)₂が生成すると考えられる。

4. 結論

多成分複合人工汚染布をモニターとして Ca²⁺の洗浄性に及ぼす影響を調べた結果、SDS 存在下で Ca²⁺濃度が 5~10° DH において、極大の洗浄効率が得られる。また、洗浄性に対して浴比が複雑に影響している。緩衝液を用いて pH を 7~8 に調整すると、硬度 0° DH での洗浄効率が高くなるために、極大洗浄効率は出現しない。

〈参考文献〉

- 小林庸子：お茶の水女子大学卒業論文 (1985)
- 江河明日香：お茶の水女子大学修士論文 (2001)
- 戸川暖子：お茶の水女子大学修士論文 (2003)

(指導教官 駒城素子)

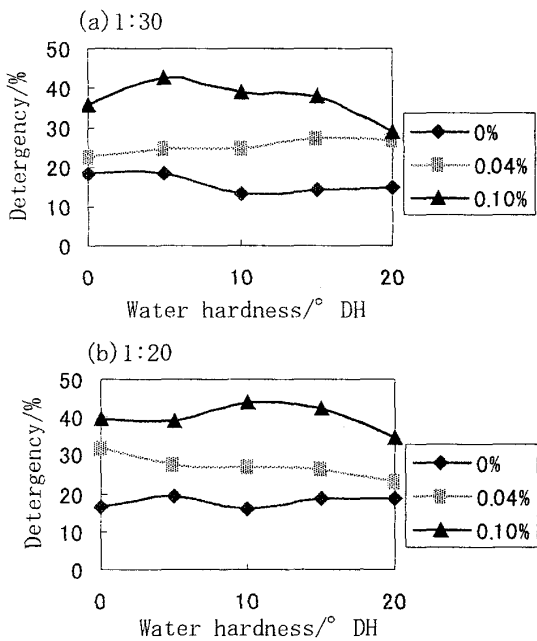


Fig.1 Detergency - water hardness curves. Washing by different concentration of SDS at 20°C without conditioning of pH at the liquor ratio of (a)1:30 (b)1:20

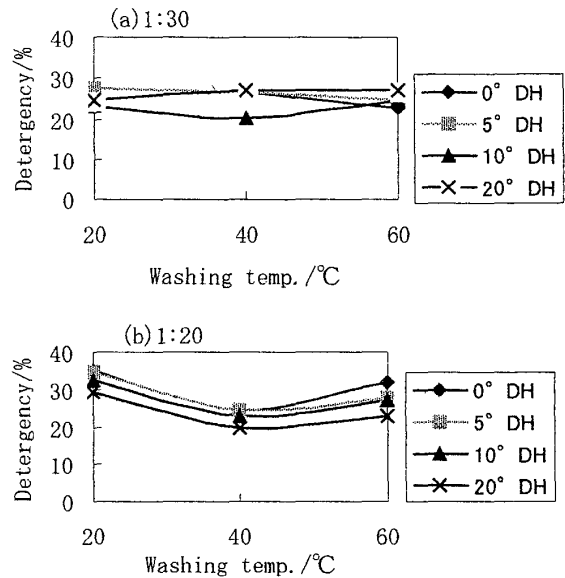


Fig.2 Detergency - washing temperature curves. Washing in SDS 0.04% at the liquor ratio of (a)1:30 (b)1:20

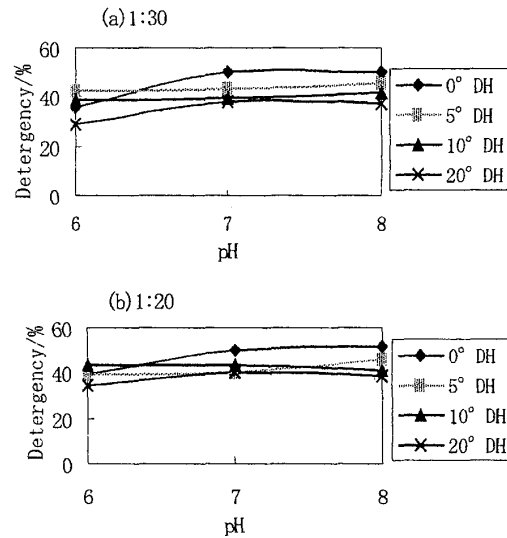


Fig.3 Detergency - pH curves. Washing in SDS 0.1% at 60°C at the liquor ratio of (a)1:30 (b)1:20

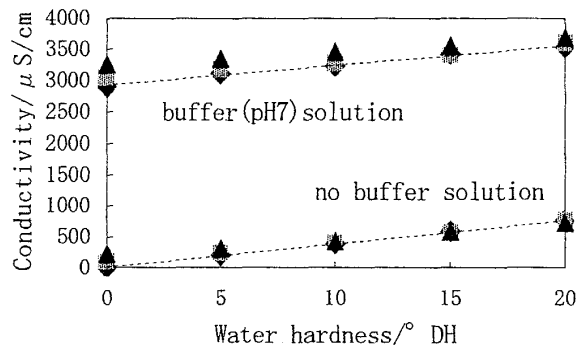


Fig.4 Detergency - water hardness curves. (20°C) ◆:SDS/0% ■:SDS/0.04% ▲:SDS/0.1%