

05

天然サポニンの起泡性と人工汚染布の洗浄効果

Foaming property of saponin and washing effect of artificially contaminated cloth

ファッション造形学科・助教
 Department of Fashion Design・Assistant Professor
 鷺津 かの子 Kanoko WASHIZU

1 研究の目的

天然サポニンは医薬分野で使われているが、その界面活性や起泡性を利用して昔から世界各地で洗濯や身体の洗浄等に使用してきた。今日でも洗濯などに利用している国がある。

我が国においては、奈良・平安時代にむくろじの果皮、さいかちの莢や灰汁、コメのとぎ汁が洗濯に用いられた。¹⁾

また、ドイツでは19世紀初めまで、サボン草の根などが家庭用洗剤として用いられ続けてきた。²⁾

第二次大戦中には原料物資の不足から石けんの供給が止まり、えごのきやむくろじの果皮を使って洗濯をしていた。

特に石けんが使えない絹の洗濯にはサポニンのみで、綿や麻はわら灰の上澄み液を加えて使っていたと考えられる。

本研究は、天然サポニンの洗浄効果を石けんや合成洗剤と比較して調べ、環境に配慮した洗浄剤として利用できるか検討した。また、テキスタイルケアの教材として活用できるかについても検討した。

2 方法

2.1 実験試料

天然サポニンとして、えごのき、むくろじ、サボン草の3種類を取り上げた。えごのきは、熟して果皮が破れた状態のものを採取して完全に乾燥させた後、種を除いて果皮のみを使用、むくろじは、熟したものを採取し、種を除いた果皮のみを使用、サボン草は、根の表皮を削り取った残り部分を使用した。それぞれの写真を図1に示した。

これらの天然サポニンの洗浄力を評価するため、洗浄布は5cm×5cmの湿式人工汚染布(洗濯科学協会製)を使用した。

また、天然サポニンにアルカリ剤を添加した際の洗浄力を確認するために、入手しやすいアルカリ剤として重曹、セスキ炭酸ナトリウム(以下セスキと略す)、わら灰を取り上げた。

さらに、市販の洗濯用合成洗剤と洗濯用石けんの洗浄力との比較のため、合成洗剤3種、石けん2種を使用した。諸元を表1に示す。



図1:天然サポニン

表1:市販合成洗剤,石けんの諸元

洗剤A	洗剤B	洗剤C	石けんA	石けんB
洗濯用合成洗剤 30ml/45L	洗濯用合成洗剤 25g/45L	洗濯用合成洗剤 40ml/30L	洗濯用石けん 45ml/30L(手洗い時10ml/4L)	洗濯用石けん 50ml/30L(手洗い時10ml/4L)
弱アルカリ性	弱アルカリ性	中性	弱アルカリ性	弱アルカリ性
界面活性剤39%(ポリオキシエチレンアルキルエーテル)、安定化剤、アルカリ剤、抗菌剤、酵素	界面活性剤33%(ポリオキシエチレンアルキルエーテル、直鎖アルキルベンゼン系)、安定化剤、アルカリ剤、pH調整剤、分散剤、酵素、蛍光増白剤	界面活性剤19%(ポリオキシエチレンアルキルエーテル)、安定化剤	純石けん分35%(脂肪酸カリウム、脂肪酸ナトリウム)	純石けん分35%(脂肪酸カリウム、脂肪酸ナトリウム)

2.2 洗浄条件

洗浄条件は以下のとおりである。

1) ペットボトル法

使用水:水道水(20℃)・わら灰液(20℃)※わら灰液はわら灰2.5g

を水500mlで十分に攪拌し、障子紙でろ過して用いた。

天然サポニン:0.1g・0.5g・1.0g・2.0g・3.0g・5.0gの6段階

アルカリ剤 :2.5g (アルカリ剤添加はえごのきのみ)

水量:500mlに汚染布3枚

2) 洗濯試験機法(ラウンドオメーター)

使用水:水道水(20℃)

天然サポニン(えごのきのみ):0.2g・0.4g・0.8gの3段階

アルカリ剤:1.0g

水量:200mlに汚染布3枚

2.3 洗浄方法

1) ペットボトル法

①人工汚染布の表面反射率を測定

②2Lペットボトル容器に水500mlを入れ、所定量の天然サポニン、アルカリ剤を加える

③1分間手による振とう攪拌を行い、5分後の泡の高さを測定

④人工汚染布3枚を投入し、1分間手による振とう攪拌

⑤人工汚染布を取り出して水洗・乾燥後の表面反射率を測定

2) 洗濯試験機法(ラウンドオメーター)

①水200mlに所定量の天然サポニンおよびアルカリ剤を加える

②1分間よく振とうさせて、5分後の泡の高さを測定

③人工汚染布を投入し、常温で10分間、洗濯試験機にて処理

④人工汚染布を取り出して水洗・乾燥後の表面反射率を測定

2.4 洗浄力の評価方法

それぞれの条件で洗浄した人工汚染布の表面反射率から以下の方法で洗浄効率を算出した。

洗浄効率(%) = $R_w - R_s / R_o - R_s \times 100$

R_w: 洗浄後人工汚染布の表面反射率

R_s: 洗浄前人工汚染布の表面反射率

R_o: 汚染前原布の表面反射率

3 結果

3.1 洗浄条件別測定値

洗浄条件別の洗浄効率を表2、比較用として市販合成洗剤、石けんを使用した場合と、水のみの場合、水にアルカリ剤のみを添加した場合を表3に示した。

はじめに、天然サポニンのみの場合、今回使用した3種類はいずれも、水のみ洗浄に比べて高い洗浄効率を得られた。洗浄効率は、いずれの天然サポニン使用時も1.0g使用時にピークを示し、1.0g以上使用すると低下した。

起泡性では、3種の天然サポニンはいずれも使用量に比例して起泡性が向上し、えごのきの起泡性が最も高かった。

次に、天然サポニンにアルカリ剤を加えた場合では、天然サポニンのみで洗浄した場合と比較して、起泡性はほとんど変化していないが、洗浄効率は向上した。

また、アルカリ剤としてわら灰を使用した場合には、液性はセスキ並みのpHを示したが、重曹やセスキのアルカリ剤に比べて洗浄効率は低かった。

表2:洗浄条件別洗浄効率

えごのき				むくじ				サボン華				
使用量	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率
0.1g	8	0	16.20	7.9	0.7	15.00	7.6	0.1	15.88			
0.5g	7.3	1.5	17.28	7.9	1	15.23	7.6	0.3	18.32			
1.0g	7.2	2.5	19.25	7.5	2.5	15.90	7.3	0.5	20.99			
2.0g	6.9	4.2	17.31	7.2	4	14.91	7.4	1.5	19.54			
3.0g	6.9	5.5	17.93	7.2	5	14.65	7.2	1.5	20.91			
5.0g	6.7	6.7	18.12	7	6	14.72	7.3	4	18.23			

えごのき+重曹				えごのき+セスキ				えごのき+わら灰液				
使用量	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率	pH	泡の高さ(㎝)	平均洗浄効率
0.1g	8.6	0.5	23.71	10.1	0.8	27.83	10.4	0.5	19.77			
0.5g	8.6	1.5	26.37	10.1	1	30.92	10.3	1	21.86			
1.0g	8.4	2.5	25.11	10.1	2	31.77	10.3	1.5	22.94			
2.0g	8.5	3.5	25.24	10.1	4	30.36	10.3	4	19.88			
3.0g	8.4	4.5	22.82	10.1	5	28.84						
5.0g	8.5	6	21.64	10.1	6.5	29.15						

表3:比較用洗浄効率

市販洗濯用合成洗剤・石けん				
	標準使用量	pH	泡の高さ(cm)	平均洗浄効率
洗剤A	0.33g	7.7	7.5	28.42
洗剤B	0.42g	7.5	8.5	28.61
洗剤C	0.67g	7.4	7	29.45
石けんA	1.25g	8.3	6.5	14.44
石けんB	1.25g	8	0.5	16.85

その他

	pH	泡の高さ(cm)	平均洗浄効率
水のみ	7.7	0	12.69
わら灰液のみ	9.7	0	15.83
重曹のみ	8.5	0	20.09
セスキのみ	10	0	26.72

3.2 天然サポニンとアルカリ剤併用による効果

3種の天然サポニンとアルカリ剤を併用した場合の洗浄効率をプロットしたものが図2である。

今回使用した3種の天然サポニンの中では、いずれの使用量においてもサボン草が最も高い洗浄効率を示した。

また、天然サポニンにアルカリ剤を加えると洗浄効率は全体的に向上するが、特にセスキを加えた場合には、市販の合成洗剤と同等かそれ以上の効果を示した。

アルカリ剤としてわら灰液を使用した場合には、液性はセスキ並みのpHを示したが、重曹やセスキのアルカリ剤に比べて洗浄効率は低かった。

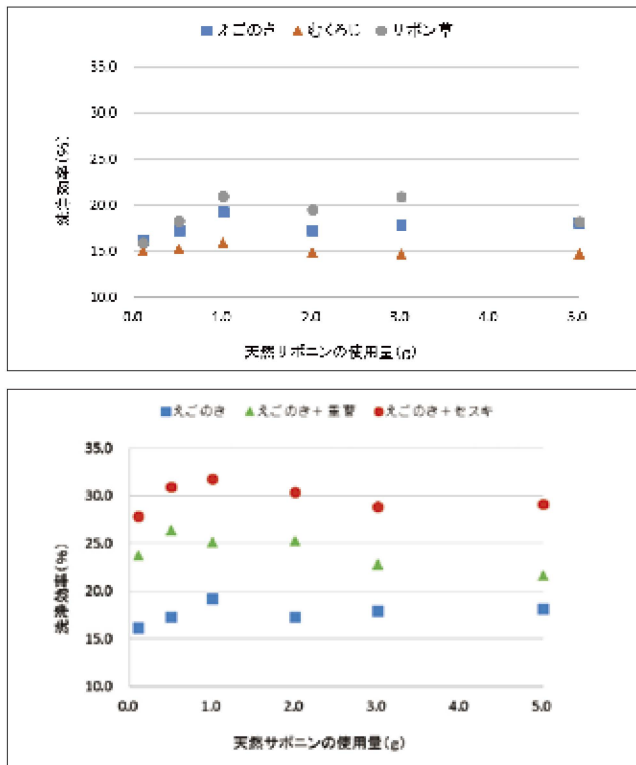


図2:天然サポニンとアルカリ剤併用による効果

3.3 分散分析結果

天然サポニン使用量と洗浄効率について一元配置の分散分析を実施した結果を表4に示した。今回実施した全ての条件で有意水準1%で差が認められ、天然サポニンの使用量が洗浄効率に影響を与えていることが分かった。

また、Tukey-Kramer法を用いて多重比較を行った結果が表5である。水のみで洗浄した場合と0.5g～5.0gえごのきを使用した場合の洗浄効率に違いが認められた。

さらに、アルカリ剤のみで洗浄した場合と、えごのきを0.5g～2.0g使用した場合の洗浄効率にも有意水準5%以上で違いがあることが分かった。

3.4 洗濯試験機による実験結果

洗濯試験機にて行った洗浄実験結果を図3に示した。洗濯試験機では、手による振とう攪拌に比べて洗浄効率が低かった。これは、洗濯試験機の動きが緩やかであるため、布同士の摩擦や水流による衝撃が少ないことが原因であると考えられる。

また、えごのきを粉砕することにより、起泡性は大きく向上したことから、天然サポニンの形状によっても洗浄効率に影響を与える場合があると考えられる。

ただし、洗浄効率への効果については、今回の実験ではばらつきが大きかったため、試料を増やして検討する必要がある。

表4:分散分析結果

項目	平均値	標準偏差	F値	p値	**P<0.05 ***P<0.01	
えごのきのみ	0g	12.689	0.593	6.5356	0.0019	**
	0.1g	16.198	0.788			
	0.5g	17.283	0.934			
	1.0g	19.245	1.325			
	2.0g	17.308	0.737			
	3.0g	17.934	1.000			
えごのき+重曹	0g	20.091	0.086	6.5664	0.0018	**
	0.1g	23.714	0.763			
	0.5g	26.373	0.574			
	1.0g	25.105	2.816			
	2.0g	25.242	1.658			
	3.0g	22.824	1.020			
えごのき+セスキ	0g	26.717	0.949	6.4351	0.002	**
	0.1g	27.827	1.318			
	0.5g	30.917	1.672			
	1.0g	31.771	1.383			
	2.0g	30.362	1.232			
	3.0g	28.840	0.683			
	5.0g	29.149	0.972			

表5:Tukey-Kramer法による多重比較結果

	0g	0.1g	0.5g	1.0g	2.0g	3.0g	5.0g
えごのきのみ			*	**	*	**	**
えごのき+重曹			**	*	*		*
えごのき+セスキ			*	**	*		
				*			

*: P<0.05 **: P<0.01

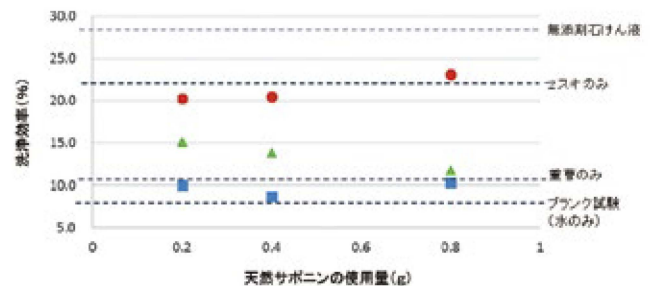


図3:洗濯試験機による実験結果

4 まとめと考察

えごのき、むくろじ、サボン草を使用して起泡性と洗浄性を検討した結果、以下のことが判明した。

【起泡性について】

3種類の天然サポニンはいずれも起泡性をもち、使用量の増加とともに泡立ちも大きくなった。中でもえごのきが最も高い起泡性を示した。

市販合成洗剤(標準使用量0.33g)による起泡性は7cm～8.5cmであった。これに対して天然サポニンでは、同程度の使用量では1.0cm以下の泡立ちであったが、500mlに対して5g使用の場合には6～6.7cmの起泡性を示した。

天然サポニンにアルカリ剤を加えると、起泡性はほとんど変化しないが、洗浄効率は向上した。

【洗浄性について】

水のみでの洗浄に対して天然サポニンを添加した洗浄液の洗浄性は高かった。

天然サポニン液のみで洗浄した場合、今回使用した3種類のうち、サボン草が最も高い洗浄力を示した。

天然サポニンのみの場合、今回使用した3種類いずれも1.0g使用した場合に最も高い洗浄効率を示した。

天然サポニンにアルカリ剤を加えると洗浄効率は向上し、特にセスキを加えた場合には、市販の合成洗剤と同等かそれ以上の効果を示した。

アルカリ剤としてわら灰液を使用した場合には、液性はセスキ並みのアルカリ性を示したが、重曹やセスキのアルカリ剤に比べて洗浄効率は低かった。

天然サポニン使用量と洗浄効率について一元配置の分散分析の結果、「えごのきのみ」「えごのき+重曹」「えごのき+セスキ」いずれの場合も有意水準1%で差が認められ、天然サポニンの使用量が、洗浄効率に影響を与えていることが分かった。

洗濯試験機にて行った洗浄実験では、手による振とう攪拌に比べて洗浄効率が低かった。

今回の実験により、天然サポニンは単独使用時、アルカリ剤との併用使用時ともに、水のみでの洗浄に比べて高い洗浄効率が得られた。

特に単独の使用では、市販合成洗剤に比べて洗浄効率は低いですが、天然サポニンの存在を授業で初めて知る学生も多いため、その効果を知ることがテキスタイルケアにおける環境教材として有効であると考えられる。

参考文献

- [1] 永山 升三; 洗剤の今昔, 化学と教育, 36(6), 1988, p.570-573.
- [2] 奥山 晴彦, 皆川 基編; 洗剤・洗浄の事典, 朝倉書店, 1990.