



大学生を対象とした家庭洗濯における再汚染性の調査

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-04-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 東, 輝, 森田, みゆき メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00006112

大学生を対象とした家庭洗濯における再汚染性の調査

東 輝・森田みゆき

北海道教育大学札幌校生活環境工学研究室

Investigation of Soil Redeposition in Home Laundry of College Students

HIGASHI Akira and MORITA Miyuki

Department of Engineering of Life and Environment, Sapporo Campus, Hokkaido University of Education, Sapporo, 002-8502

ABSTRACT

Recently, the conditions in which detergents and washing machines are used have changed. Therefore, we investigated how college students do their laundry. Automatic washing machines were the most frequently used type of washing machine, whereas washer dryer use was very low. Because the water temperature during the winter season in Sapporo, Japan, is low, the proportion of detergent powder used when doing laundry was considered small. College students simultaneously washed soiled test cloths, cotton and polyester fabrics, and clothes while they did their laundry at home. The surface reflectance (wavelength 560 nm) of the test cloths was measured using a colorimeter before and after washing. The detergent efficiency was then calculated. As a result, the following things became clear. Detergent efficiency was significantly higher when warm water was used for washing than when cool water was used. Detergent efficiency of the soiled test cloths showed a significant difference in the detergent type; bath ratio showed no effect. The soil redeposition rates of the cotton and polyester fabrics did not show any significant differences in the temperature and detergent type. When the bath ratio increased, the soil redeposition rate decreased.

1. 緒言

近年、洗濯機や洗剤などの洗濯を取り巻く環境が変化してきている。2000年に日本向けの低騒音・コンパクトなドラム式洗濯機が発売されて¹⁾以来、ドラム式洗濯機の普及が進み、同時に、洗濯機の大容量化も進行している。ドラム式洗濯機は従来のパルセータ式洗濯機とは異なり、少ない

水量で洗濯を行うことができ、また、洗濯機の大容量化によって標準容量が増加したにもかかわらず標準水量が増加していない²⁾ことから低浴比化が進行している。低浴比条件での洗濯は繊維などの条件によって再汚染が起きる可能性が高まるとされている³⁾。

洗剤の変化の一つ目は、従来の中性洗剤とは異なる綿や麻などの衣料製品にも用いることができ

る中性洗剤が発売されたことである。二つ目は、販売金額ベースの液体洗剤のシェアが2010年には50%以上になり、市場構造が大きく変化してきている⁴⁾ことである。三つ目は、2009年にすすぎ性に優れた超濃縮液体洗剤が発売され、すすぎ1回の節水洗浄が提案されたこと⁵⁾がある。

一方で、家庭洗濯実態調査は大学生を対象として菅⁶⁾、間瀬⁷⁾、田川⁸⁾、大学生を含む家族を対象として清井ら⁹⁾、主婦を対象として山田¹⁰⁾などによって行われている。調査内容は家庭での洗濯行動に関するアンケート調査が主である。また、岡田¹¹⁾、鈴木ら¹²⁾、後藤ら¹³⁾によって家庭洗濯機を用いて湿式人工汚染布を中心に浴比調整に清浄な綿布を用いるモデル的な洗浄力試験が行われている。

また、発達段階でみると、大学生は幼少期から児童期、思春期を経過し、生活習慣が確立される青年期に該当する。この時期にパターン化された生活は青年期以降に大きく影響を与える¹⁴⁾とされている。

そのため、本論文では、調査対象を大学生に限定した洗濯行動の実態調査及び家庭洗濯における湿式人工汚染布の洗浄性及び綿白布・ポリエステル白布の再汚性の調査を行った。

2. 調査及び実験

2-1 洗濯実態調査

札幌市近郊に居住する大学生227名を対象として7月～8月に洗濯実態調査を行った。各家庭で湿式人工汚染布、綿布、ポリエステル布を用いて作成した試験布を洗濯物と一緒に投入し、標準工程で洗濯を行うと同時に、アンケート調査を行った。

試験布は洗濯科学協会の湿式人工汚染布 (JIS C 9606準拠、成分；オレイン酸、トリオレイン、オレイン酸コレステロール、流動パラフィン、スクアレン、コレステロール、ゼラチン、赤黄色土、カーボンブラック) を財団法人日本規格協会の綿白布及びポリエステル白布 (JIS L 0803準拠) で

両面からはさみ、一辺を粗く縫い付けたものを用意した。各白布は水：エタノール = 1 : 1 混合溶液で精練後、風乾して使用し、大きさは全て 5 cm × 5 cm とした。アンケート項目は衣服の種類、洗剤名、洗剤組成、洗濯機機種、衣服重量、洗濯水量、洗濯液温、洗剤使用量、浴比 (衣服重量 (kg) : 洗濯水量 (ℓ))、洗剤濃度、洗濯行程の11項目とした。

日本電色工業株式会社製簡易型分光色差計 NF333 (光源 D65) を用いて洗濯前後の湿式人工汚染布、綿布、ポリエステル布の表面反射率を測定した。洗浄効率 $D_{K/S}$ は560nm の表面反射率を用いて以下の式によって算出した。

$$K/S = (1 - R)^2 \div 2R$$

$$D_{K/S} = \{(K/S)_S - (K/S)_W\} \div \{(K/S)_S - (K/S)_0\} \times 100$$

ここで K は吸光係数、 S は光の散乱係数、 R は560nm の表面反射率、 $(K/S)_S$ は洗濯前の人工汚染布の K/S 値、 $(K/S)_W$ は洗濯後の人工汚染布の K/S 値、 $(K/S)_0$ は人工汚染布の原布 K/S 値を示す。綿布及びポリエステル布の再汚染率 SR は560nm の表面反射率を用いて以下の式によって算出した。

$$SR = (R_0 - R_S) \div R_0 \times 100$$

ここで R_0 は原布の表面反射率、 R_S は洗濯後の表面反射率を示す。

調査対象227名のうち、アンケートの不備がなかったものが215名 (94.7%)、試験布の不備がなかったものが197名 (86.8%) であった。

2-2 官能試験による再汚染の目視確認

洗濯実態調査で得られた綿及びポリエステルの試験片に関して目視で再汚染の有無を確認するために二点識別法を用いて目視官能試験を行った。各試験片と原布をそれぞれ2つ折りにして並べ、黒い台紙で周囲を覆った試料を用意した。調査対象は10代から20代前半の大学生10名とし、各試料に関して試験片と原布に明度の差があるか否かを訪ねた。色差は観察環境の違いにより変化すると

川上が報告している¹⁵⁾。L*に関しても同様に変化すると考えられるため、晴れた日の10:00から14:00、北向きの部屋の直射日光を避けた自然光が差し込む窓の前の固定位置で試験を行った。

2-3 SEMによる繊維表面の観察

洗濯実態調査で得られた湿式人工汚染布、綿布、ポリエステル布についてSEMを用いて繊維表面の観察を行った。SEMは日立製 Miniscope TM3000を用いた。

3. 結果及び考察

3-1 家庭洗濯の状況

Fig. 1に各家庭での洗濯時の浴比を示した。浴比は1:10から1:20の間が57%を占め、1:5以下での洗濯が行われていなかったことから、極端な低浴比化は進行していないと考えられる。洗濯機の取扱説明書に記載されている標準容量及び標準水量から算出した浴比を標準浴比とし、各家庭での洗濯浴比と比較すると、94%で標準浴比よりも大きな浴比で洗濯していた。そのため、標準容量を超えた衣服の洗濯をほぼしていないことが分かった。特にドラム式洗濯機は標準浴比の2.3から11.9倍で洗濯しており、最低浴比も1:10であったことから従来の縦型洗濯機よりも大きく低下していなかった。

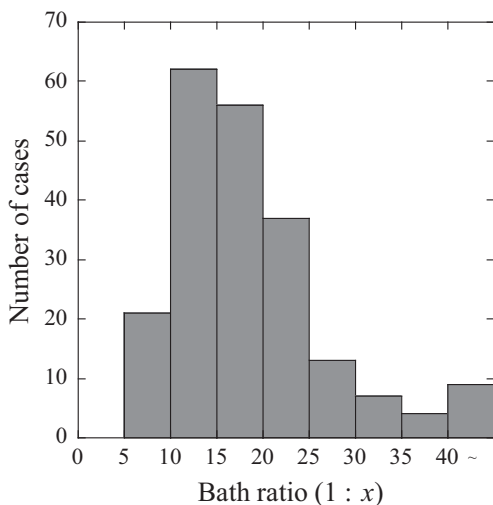


Fig. 1 Number of cases on each bath ratio.

各家庭での洗濯機の種類別割合を Fig. 2 に示した。使用している洗濯機は全自動洗濯機が72.9%で最も多く、次いで縦型洗濯乾燥機11.4%、ドラム式洗濯機10.0%となった。山田による首都圏における主婦を対象とした調査では、縦型洗濯乾燥機とドラム式洗濯機の合計が42%となっており¹⁰⁾、本調査の約2倍であった。本調査の対象が大学生であることから、安価な全自動洗濯機を購入していること、首都圏では梅雨や冬季にタンブラー乾燥を行う割合が高くなる⁹⁾ことによると考えられる。

Table 1に使用洗濯機の販売年と再大容量、使用件数の関係を示した。Table 1の有効回答は64名(28.2%)であった。再大容量7.0kg以上と5.0kg以下で2007年以降の件数が多いことが分かる。本調査対象は2008年以降入学者のため、一人暮らしの学生が2007年以降の5.0kg以下の低容量モデルを購入していることで件数が多くなったと考えられる。また、札幌圏は自宅から通う大学生も多い。自宅暮らしの学生は家族で洗濯機を使用するため、7.0kg以上の大容量モデルの件数が販売年間わず広く分散していると推測される。

使用した洗剤の種類別割合を Fig. 3 に示した。弱アルカリ性液体洗剤が48.5%と最も多く、弱アルカリ性粉末洗剤が23.3%、中性液体洗剤が18.5%となった。その他には酸性液体洗剤、従来の中性液体洗剤、分類が出来なかった洗剤が含ま

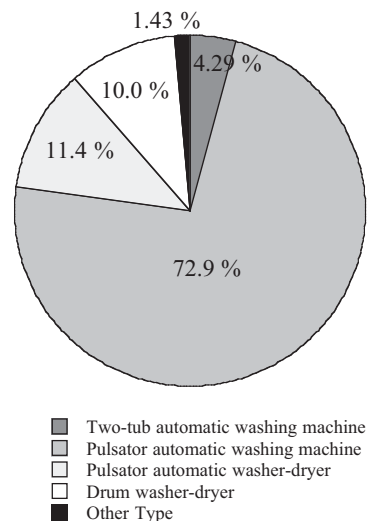


Fig. 2 Rate of washing machine type.

Table 1 Relationship of the sale year of washing machine and maximum capacity of washing machine.

	Maximum capacity of washing machine							
	9.0kg	8.0kg	7.0kg	6.0kg	5.5kg	5.0kg	4.5kg	4.2kg
2010		2	1	1		1		
2009	1	3	2	1	1	3		1
2008		1	5	1		7		1
2007	3		1			3		2
2006	1		1	1				1
2005	1	1	2					
2004		2	1				1	
2003			2	1		1		
2002						1		
2001			1	1				2
2000								
1999						1		
1998					1			
Total	6	9	16	6	2	17	1	7

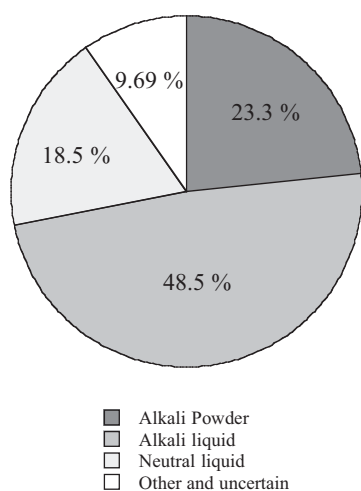


Fig. 3 Rate of detergent type.

れている。全体の13.7%は超濃縮液体洗剤が占められている。山田による主婦を対象とした首都圏での調査では粉末が42%、液体が56%¹⁰⁾、田川による大学生を対象とした関西での調査では粉末3割、液体6割、併用使用が1割となっており⁸⁾、札幌は首都圏や関西と比較すると粉末洗剤が低い割合を占めている。冬の札幌の水道水の温度は本州と比較すると非常に低くなるため、粉末洗剤の溶け残りが発生しやすくなると考えられる。従って、粉末洗剤を避け、液体洗剤を選択することで粉末洗剤の割合が低くなっていると推測される。

Fig. 4 に洗剤種類別の洗濯時の温水と冷水の使用割合を示した。温水は30℃以上または風呂水と記載されたもの、冷水は30℃未満または水道水、常温と記載されていたものをそれぞれ示す。温水

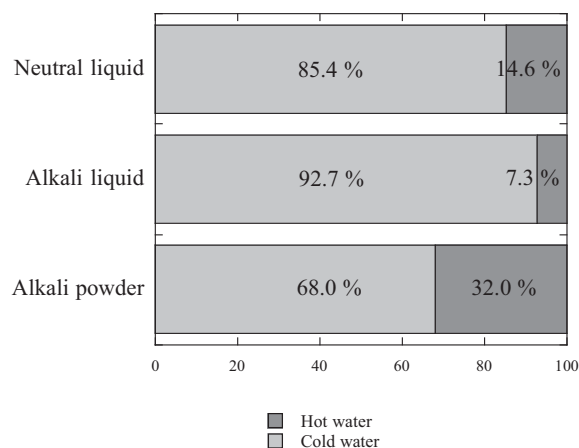


Fig. 4 Temperature difference among detergent types.

の使用は全体で19.1%となり、弱アルカリ性粉末洗剤では32.0%と、液体洗剤よりも割合が大きかった。これは、粉末洗剤の溶け残りを危惧しているためであると考えられる。

3-2 汚染布の洗浄効率及び白布の再汚染率

3-2-1 温度の影響

温水の湿式人工汚染布の洗浄効率に及ぼす温度の影響を検討した。t検定の結果、温水は冷水よりも0.5%の有意差で洗浄効率が高かった。一方、綿布及びポリエステル布の再汚染率は温水、冷水での有意差が見られなかった。

温水洗濯では洗浄効率が高くなり、汚れの脱離が冷水よりも多いにもかかわらず、再汚染については冷水と有意差がないことが分かった。カーボンブラックや牛脂を用いた川崎の再汚染のモデル

洗浄では、綿は10℃から40℃での再汚染の有意差がなく、ポリエステルは温度上昇と共に再汚染率が上昇した¹⁶⁾。本調査で再汚染率に温水と冷水の差が認められなかったのは、湿式人工汚染布の成分が川崎と異なり、また、他の洗濯物と同時洗濯していることなどが原因と考えられる。

有意差は見られなかった。ポリエステル布の再汚染率も綿布同様であった。

市販されている洗剤を水道水で標準濃度に溶解し、pHを測定した結果をTable 2に示した。粉末洗剤はpHが10以上とアルカリ性を示しているが、液体洗剤は標準濃度に溶解することにより、一部でpHが高くなった他はpHが7前後とほぼ

3-2-2 洗剤の種類の影響

Fig. 5に洗剤種類別の湿式人工汚染布洗浄効率について、洗浄効率毎の総数を示した。t検定の結果、弱アルカリ性粉末洗剤は弱アルカリ性液体洗剤と中性液体洗剤よりも0.1%の危険率で有意に湿式人工汚染布の洗浄効率が高かった。弱アルカリ性液体洗剤と中性液体洗剤間には有意差が見られなかった。同様に、Fig. 6には洗剤種類別の綿布再汚染率について、再汚染率毎の総数を示した。t検定の結果、いずれの洗剤種類間にも

Table 2 pH of different type detergent.

Detergent No.	Humoral	Condition	pH
Detergent A	Alkali	Powder	10.21
Detergent B	Alkali	Powder	10.84
Detergent C	Alkali	Powder	10.90
Detergent D	Alkali	Liquid	9.50
Detergent E	Alkali	Liquid	7.88
Detergent F	Alkali	Liquid	7.41
Detergent G	Alkali	Concentrated liquid	7.01
Detergent H	Neutral	Liquid	6.88
Detergent I	Neutral	Concentrated liquid	6.82

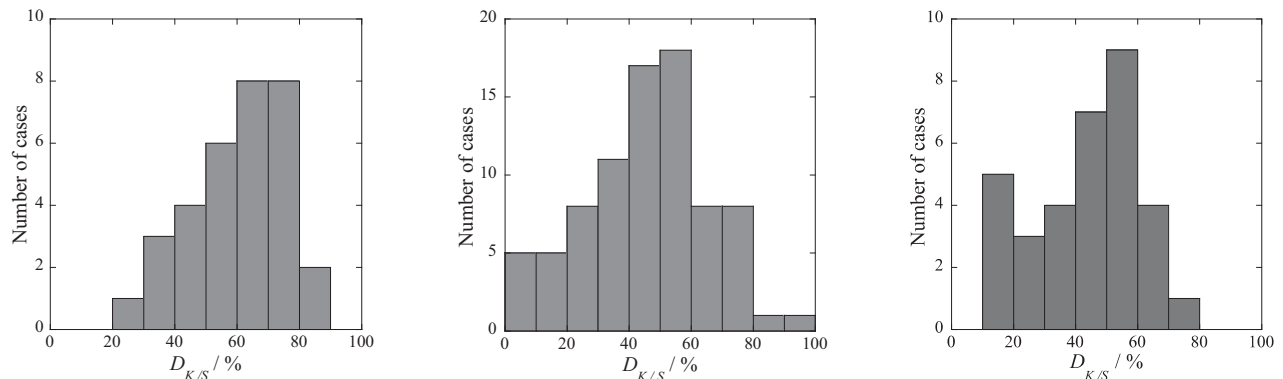


Fig. 5 Number of cases on each detergent efficiency.

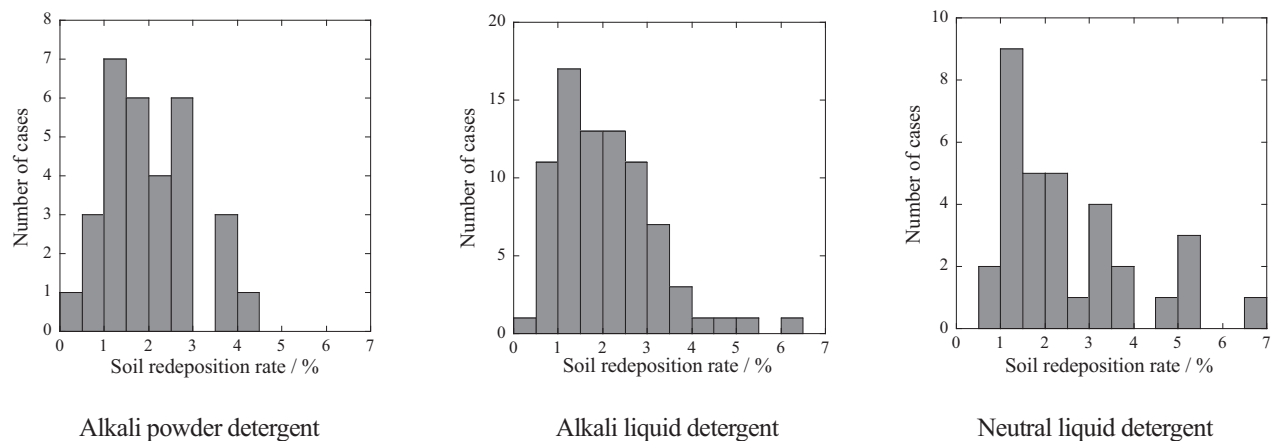


Fig. 6 Number of cases on each soil redeposition rate of cotton fabric.

中性であった。そのため、洗濯時の pH が高い弱アルカリ性粉末洗剤は液体洗剤よりも湿式人工汚染布の洗浄効率が高く、汚れの脱離が多いものの、白布への再汚染率は変わらないことから、再汚染防止効果が高いことがわかった。一方で液体洗剤は、汚れの脱離は少ないが、脱離後に汚れがそのまま再付着していると考えられる。

3-2-3 浴比の影響

Fig. 7 に洗剤種類別の湿式人工汚染布の洗浄効率に及ぼす浴比の影響を示した。いずれの洗剤の場合も浴比の影響は見られなかった。西出は浴比 1 : 25 以上では洗浄効率が徐々に低下すると述べている¹⁷⁾が、本調査では家庭の洗濯実態を調査したため、洗濯機の機種が統一されていないことから、機械力に差が生じ、浴比の影響について明確な差が生じなかったと推定される。

Fig. 8 に洗剤種類別の綿布の再汚染率に及ぼす浴比の影響を示した。いずれの洗剤も浴比増大に伴って再汚染率のばらつきが小さくなるとともに再汚染率が低下する傾向にあった。ポリエステル布も同様の傾向があった。浴比が小さい状態での洗濯は湿式人工汚染と白布が密着し、湿式人工汚染布から脱離した汚れがそのまま付着する場合や、洗濯中に白布が折れてしまったときに、そのまま湿式人工汚染布と接触できないことで再汚染が起きにくい場合があり、再汚染率にばらつきが生じていると考えられる。一方で浴比が大きい状態での洗濯は、湿式人工汚染布及び白布が自由に洗浴の中で移動できる状態にあることから、脱離した汚れが白布につきにくい状態が維持できるため、再汚染率が低くばらつきも小さくなったと考えられる。

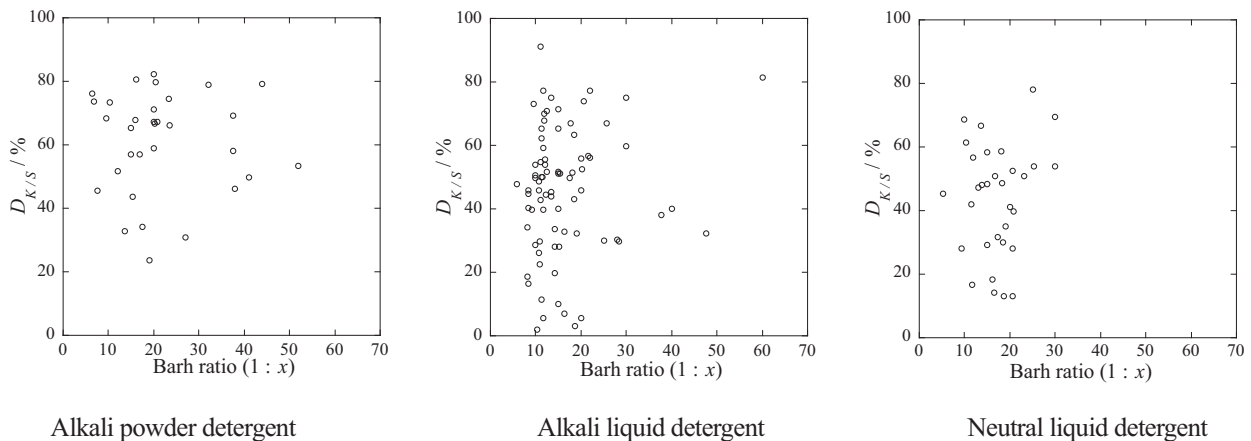


Fig. 7 Effect of bath ratio on detergent efficiency.

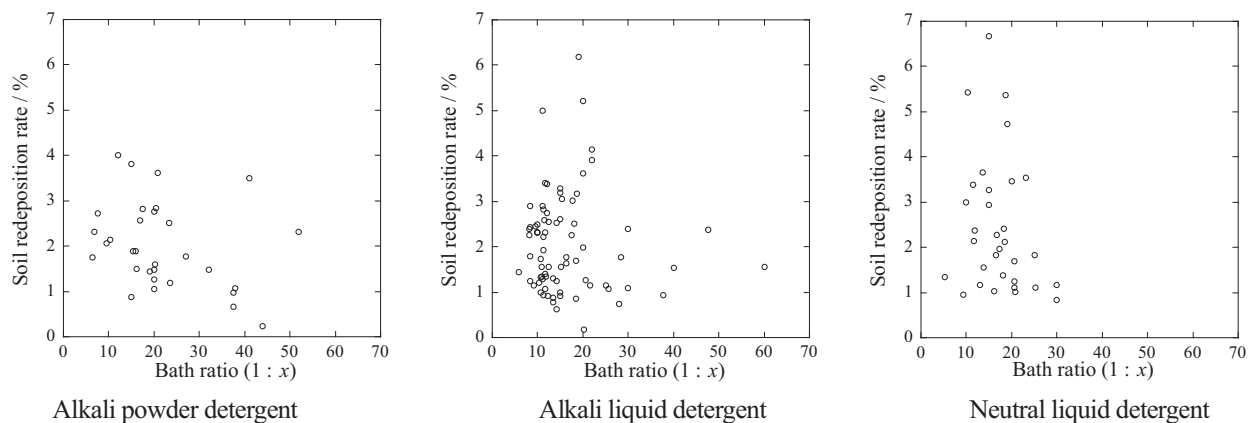


Fig. 8 Effect of bath ratio on soil redeposition rate of cotton fabric.

3-3 官能試験による再汚染の評価

Fig. 9 に綿白布及びポリエステル白布の洗浄前後の L^* の差である ΔL^* と再汚染率の関係を、Table 3 に綿、ポリエステルの回帰式と相関係数を示した。綿布が $r=0.955$ 、ポリエステル布が $r=0.956$ と、 ΔL^* と再汚染率の間に強い相関が認められた。そのため、 ΔL^* を用いて目視による再汚染の評価を官能試験で行った。綿布及びポリエステル布について ΔL^* が 0.75 から 1.75 の範囲で ΔL^* の間隔が 0.25 ± 0.05 になるように評価用布を準備した。また、綿布は ΔL^* が 2.044, 2.328, ポリエステル布は 2.125, 2.589 の評価用布も用意した。

結果を Table 4 に示す。本試験では 10 人中 9 人以上がサンプルと原布に明度の差があると答えた場合に再汚染が判別可能とした。そのため、綿布で ΔL^* が 2.3, ポリエステル布で ΔL^* が 2.1 が判別限界となった。Table 3 の回帰式より、それぞれ再汚染率換算で綿布 6.86%, ポリエステル布 6.35% が判別限界となった。

本研究で得られた再汚染布は、30℃以下で再汚染の判別が可能な綿布は該当がなく、ポリエステル布で 0.7% が該当した。そのため、目視で確認できる再汚染はほぼ生じていなかったと考えられる。

しかしながら、色差計での測定によるとわずかながら再汚染が生じていること、洗濯は 1 回では

Table 3 Regression equation and correlation coefficient between ΔL^* and soil redeposition rate.

	Regression equation	Correlation coefficient
Cotton	$\Delta L^* = 0.376 \times SR - 0.277$	$r = 0.955$
Polyester	$\Delta L^* = 0.347 \times SR - 0.077$	$r = 0.956$

Table 4 Result of organoleptic examination.

Cotton		Polyester	
ΔL^*	Number can be identified	ΔL^*	Number can be identified
0.00	2	0.00	2
0.75	3	0.75	2
1.00	5	1.00	5
1.25	2	1.25	8
1.50	5	1.50	7
1.75	5	1.75	7
2.00	5	2.10	9
2.30	9	2.50	10

なく、繰り返し行なうことで再汚染率が増大することを考慮すると、洗濯 1 回毎の再汚染率は低い方が望ましい。本調査では温度及び洗剤の種類では再汚染率の有意差が認められず、浴比増大に伴って再汚染率が減少したことから、浴比を大きくすることが再汚染を防止する有効な手段であると考えられる。

3-4 SEM による繊維表面の観察

Fig. 10 に洗浄前後の湿式人工汚染布、綿布、ポリエステル布の電子顕微鏡写真を示した。湿式人工汚染布の繊維表面には多くの粒子汚れ（カーボンブラック、赤黄色土）が付着していることが

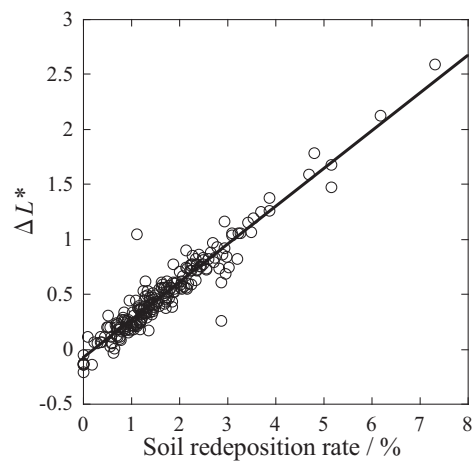
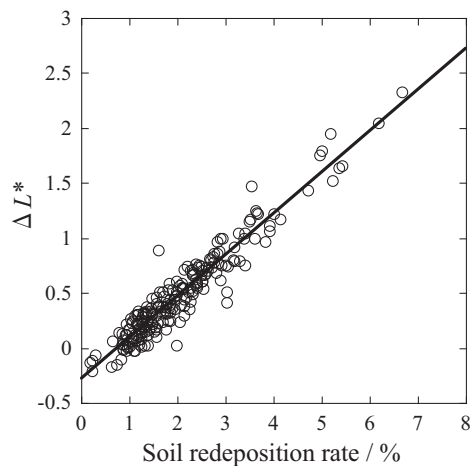


Fig. 9 Relationship between ΔL^* and soil redeposition rate.

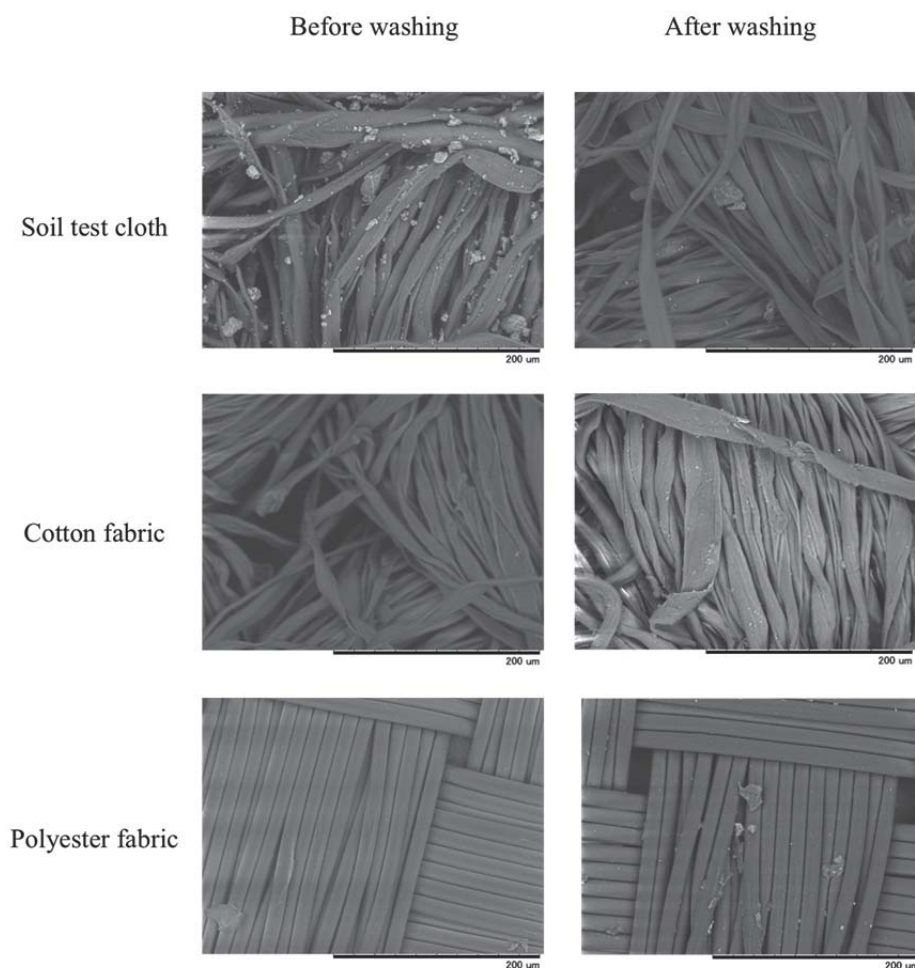


Fig.10 SEM photograph of fiber surface (x 500).

分かる。洗浄効率が高くなるとこの粒子汚れが多く脱離しており、色差計の計測結果と一致した。再汚染率が高い綿布及びポリエステル布の繊維表面に湿式人工汚染布から脱離したと思われる粒子汚れが付着したり、繊維間隙に入り込んでいる。これは綿布に関しても同様であった。従って、湿式人工汚染布の粒子汚れが洗浄効率や再汚染率に影響を与える一因になっていることが分かった。

4. 総括

札幌市内の大学生を対象に洗濯行動の調査を行った。実際の洗濯では94%が標準浴比より大きい浴比で洗濯していることから、浴比が著しく低い例はなかった。札幌市内の大学生を対象としたため、使用洗濯機は全自動洗濯機が最も多く、首

都圏・主婦対象の同様の調査よりも全自動洗濯機の割合が高かった。粉末洗剤の使用割合は首都圏や関西の調査よりも低くなったのは冬季間の水道水の液温が低く、溶けにくいためと考えられる。また、洗濯時の温水の使用割合は粉末洗剤では液体洗剤よりも大きかった。

家庭洗濯における湿式人工汚染布の洗浄効率、綿布、ポリエステル布の再汚染率を調査した。その結果、温水洗浄は冷水洗浄よりも、粉末洗剤は液体洗剤よりも有意に洗浄効率が高かった。一方、再汚染率に関しては有意差が見られなかった。洗浄効率への浴比の影響は認められなかったが、再汚染率は浴比増大に伴ってばらつきが小さく、再汚染率が低下する傾向となった。

官能試験によって再汚染の目視測定を行った。家庭洗濯で湿式人工汚染布と綿布、ポリエステル

布を共存させても、1回の洗濯では目視での再汚染はほとんど確認されなかった。しかしながら、色差測定において L^* 値が減少し、再汚染が生じている。従って、再汚染がより防止できる浴比が大きい状態での洗濯が有効であると考えられる。

SEMを用いて洗浄前後の繊維表面の観察を行った。洗浄効率が高い湿式人工汚染布は粒子汚れが多く脱離し、再汚染率が高い添付白布は繊維表面に粒子汚れが付着したり、繊維間隙に入り込んでいた。従って、粒子汚れが洗浄効率や再汚染率に影響を与える一因と考えられる。

自動電気洗濯機の洗浄性の評価, 家政誌, 58(9): 589-596 (2007)

- 13) 後藤純子, 齊藤昌子; 家庭用電気洗濯機の洗浄性能及び衣類に与える影響について, 愛国学園短期大学紀要, 28, 11-19(2011)
- 14) 伊熊克己; 大学生のライフスタイルと健康に関する研究: 2部学生の生活状況に着目して, 北海学園大学経営論集, 9(1), 1-14(2011)
- 15) 川上元郎; 観察条件による色差の現われ方, 色彩研究, 24(2): 2-8(1977)
- 16) 川崎きよ子; 洗浄に関する研究-1-再汚染における洗浄時間, 洗浴温度の影響, 広島大学教育学部紀要. 第四部, 21: 11-18(1973)
- 17) 西出伸子; 家庭洗濯の浴比に対する関心は何故乏しいか!, 洗濯の科学, 22(2): 19-26(1977)

引用文献

- 1) 伊藤眞純; 最近の洗濯動向, 織消誌, 42(12): 832-836 (2001)
- 2) 山口庸子, 齊藤昌子, 後藤純子, 永山升三; 家庭洗濯の浴比低下に伴う洗剤使用量の最適化, 油化学, 46(9): 991-997(1997)
- 3) 山口庸子, 小林有紀子, 永山升三, 油化学; 家庭洗濯の低浴比化に伴うポリエステル繊維の再汚染現象, 47(5): 501-508(1998)
- 4) 宮前善隆; 洗濯用品に用いられる洗浄基材の動向, 第42回洗浄に関するシンポジウム: 13-18(2010)
- 5) 長谷部佳宏; お客様との『いっしょにeco』を具現化するアタックNeoの誕生, 織消誌, 51(5): 412-417 (2010)
- 6) 菅裕子; 家庭洗濯の状況と情報, 別府大学短期大学部紀要, 19: 71-77(2000)
- 7) 間瀬清美; 女子大学生による家庭洗濯の実態調査—2007年と2008年—, 名古屋女子大学紀要(家・自), 55: 91-98(2009)
- 8) 田川由美子; 家庭洗濯へのアドバイス—家庭洗濯実態調査による洗濯行動について—, 神戸ファッション造形大学神戸ファッション造形大学短期大学部研究紀要, 35: 61-69(2011)
- 9) 清井えり子, 板垣昌子, 尾畑納子, 多賀谷久子, 山口庸子; 家庭洗濯の衣服乾燥に関する地域間の比較研究, 家政誌, 62(4): 223-231(2011)
- 10) 山田勲; 最近の家庭洗濯の実施状況と消費者意識—2010年洗濯実態調査より—, 織消誌, 52(12): 763-770 (2011)
- 11) 岡田伸子; 全自動洗濯機の洗浄性(第3報): 環境負荷の低減を考慮した洗濯法の検討, 梅花女子大学現代人間学部紀要, 2, 59-67(2005)
- 12) 鈴木聡子, 阿部祐子, 船橋良, 片山倫子; 家庭用全

(東 輝 札幌校大学院生)
(森田みゆき 札幌校教授)