

# 被服の消費性能に影響する家庭洗濯に関する研究

—婦人用ニットカーディガンの寸法変化—

佐々木 麻紀子<sup>1</sup> 中里 美月<sup>2</sup>

寸法変化が生じやすいニット製品を洗濯する場合、洗濯ネットを使用するとどのような変化があるのか、手洗いと洗濯機で10回の累積洗濯を行い寸法変化について重点を置き、洗濯ネットの有効性について検討した。その結果洗濯ネットを使用すると寸法変化が抑えられることが確認できた。また洗濯機械力を従来のMA布とWATクロスを用いて検討した結果、累積洗濯を行うことでMA布は隣接する穴がつながってしまう不具合が生じたがWATクロスは小さな値の機械力を測定することが可能であった。

キーワード：寸法変化 洗濯機械力 洗濯ネット 累積洗濯 WATクロス

## 1. 緒言

### 1-1

最近の多くのニット製品は、家庭洗濯が可能なものが増えている。素材や加工の開発、洗剤や洗濯機の開発、商業クリーニングが不要な衣料品増加など様々な要因があるが、総務省の「家計調査」の洗濯関連支出からも商業クリーニング費はピーク時の1992年の3分の1程度まで減少<sup>1)</sup>しており、家庭洗濯の比重は大きくなっていることが推察できる。2014年の洗濯実態調査<sup>2)</sup>においても、羊毛セーターの洗濯方法として、家庭で洗濯する率は58%であるが、ドライクリーニングは38%と家庭で洗う機会が多いことがわかっている。

また、図1の点線部にあるように、羊毛100%のセーターでも家庭での洗濯機での洗濯が可能である表示がされ、「クリーニングネット(洗濯)ネット使用」等の注意書きがある製品が多く販売されている。

現在日本における家庭用洗濯機は、従来のタテ型洗濯機だけでなくドラム型洗濯機も普及しており、また〇〇コースといった洗濯プログラムも多

種にわたるなど家庭洗濯の状況は変化している。これまでの家庭洗濯に関する研究は、1990年代に洗濯機が2槽式から全自動洗濯機に変化した時に多く行われている。洗濯ネットに関する研究には、土橋らによる洗濯ネット使用によるアクリル毛布の洗濯すすぎ性を明らかにした研究<sup>3)</sup>や、白岩による機械エネルギーの観点から洗濯ネット使用による布の部分的変形を抑制する作用の研究<sup>4)</sup>などがある。また洗浄性との関連では、平松らによって土汚れと布に加わるエネルギーの相関等について明らかにされている<sup>5)~8)</sup>。また、片山らは家庭用洗濯機の機械力についてMA布を用いて検討している<sup>9)10)</sup>。しかし、洗濯ネット使用における洗濯でどの程度寸法変化や変形が防げるのか実物資料を用いた報告は行われていない。

洗濯における洗浄作用は「化学的作用+物理的作用」として考えられ、通常は、「洗剤のはたらき+洗濯機のはたらき」と置き換えられ、洗濯機の機械力は洗浄作用において重要なものである。しかし、過剰な機械力は被洗物を傷めるため注意が必要である。

2014年にJIS L0001およびJIS L1930が改正され家庭洗濯における適切な攪拌条件が示された。2016年には家庭用品品質表示法が改正され、洗

1 東京家政学院大学現代生活学部生活デザイン学科  
2 東京家政学院大学現代生活学部生活デザイン学科  
(令和元年度卒業)

濯絵表示が新しくなっている。また 2019 年に JIS L1929 として新しい洗濯機械力測定布が規定されるなど、家庭洗濯に関わる試験方法が変化している。また、家庭で洗う際には洗濯ネットを使用すると付記用語のついた製品は多い。

そこで、本研究では、ニット製品の洗濯ネット有無による寸法変化を観察するとともに、新しく JIS L1929 で規格化された WAT クロスを用いて従来の MA 布との洗濯機械力を比較し、洗濯機械力について知見を得ることとした。

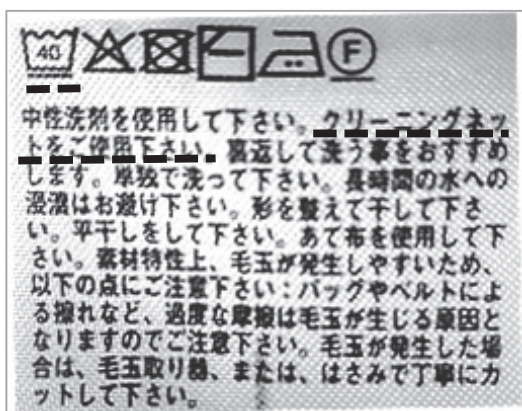


図1 洗濯取扱い表示の例

## 2. 方法

### 2-1 試料布

使用するニット製品は、家庭洗濯が可能であると表示されている婦人用カーディガン（ユニクロ製）とした。綿 100%、羊毛 100% とともに M サイズ、綿は白、毛はアイボリーとした。各部位の寸法、重さは表 1-1、1-2 に示した通りである。

機械力測定用布は MA 布及び WAT クロスとした。

MA 布とは DTI (Danish Technological Institute) が開発した試験布である。平織の綿布に直径 35mm の円形の穴が 5 つ開いている MA 試験布を洗濯し、穴の周辺の切断していない織り糸の本数の合計を MA 値とする方法である。本実験では 240mm × 240mm の Series XI (綿)、VI (羊毛) を用いた。ほつれ位置をはっきりとさせるため、穴の周囲を油性ペンで四角く縁取り試験に用

いた。

WAT クロスは、綿布に酸化鉄を主成分としたプリント剤をプリントした繊維評価技術協会が開発し、2019 年 3 月に日本産業規格 JIS L 1929 の試験布として制定されたばかりの試験布である<sup>11)</sup>。44mm × 210mm の試験布の中央部に 44 × 68mm のプリント部がある。プリント部の成分は表 1-3 に示した。洗濯時に被洗物が受ける物理的作用を洗濯前後の CEI 明度差 ( $\Delta L^*$ ) によって測定する。本実験では、JISL1929 に準じて、皿型負荷布の中央に 1 枚ずつ縫い付けて使用した。

負荷布は JIS L1929 および L1930 に規定しているポリエステル布 (20cm × 20cm) を用いた。

洗濯ネットは、市販ポリエステル製 (42cm × 39.5cm) を試料布がずれないようにたて 34cm のところで縫い付け大きさを調整した。また機械力測定用布は 29cm × 25cm の洗濯ネットを使用した。

### 2-2 使用機器

実験には家庭用洗濯機 (TOSHIBA AW-10SD8 2019 年製) を用いた。

また WAT クロスの試験前後の明度差を測定するためカラーメーター ZE2000 (日本電色) を用いた。

### 2-3 試験条件

使用した洗剤は、市販洗濯用液体中性洗剤を推奨されている使用量 (洗濯機洗い 40ml/30L、手洗い 10ml/4L) で用いた。洗剤の諸元は表 2 に示した。使用水は、水道水 (東京都町田市) を使用した。洗濯時の温度は、洗濯機洗い 22.5°C ± 5°C、手洗い 30°C ± 2°C である。

洗濯方法は、手洗いは押し洗い 1 分半、脱水 30 秒、すすぎ押し洗い 1 分 15 秒 × 2 回、脱水 30 秒、室内平干しによる自然乾燥とした。洗濯機洗いは標準コース、おしゃれ着洗いコースと共に、洗い 10 分、すすぎ 2 回、脱水 5 分、室内平干しによる自然乾燥とした。

表1-1 試料A(綿ニット)の初期寸法

単位 mm

使用コース	肩幅	身丈	脇丈		袖丈		肩		袖口		身幅	衿ぐりの深さ	裾幅	ボタン間の幅							重さ(g)	
			左	右	左	右	左	右	左	右				1	2	3	4	5	6	7		
1 原布	350	586	370	375	590	588	120	120	80	83	440	85	325	55	65	65	65	65	65	70	65	180
2 手洗いネットあり	350	585	370	370	600	600	125	120	80	80	445	83	340	55	65	65	65	65	67	67	65	175
3 手洗いネットなし	355	590	380	375	603	607	120	122	80	80	440	83	330	55	73	70	70	66	65	65	180	
4 標準ネットあり	360	595	378	380	595	594	120	120	80	80	440	80	330	55	70	65	65	70	70	65	179	
5 標準ネットなし	350	585	360	367	600	590	120	120	84	80	450	75	330	57	65	65	67	65	70	63	171	
6 おしゃれ着ネットあり	355	590	380	378	603	610	120	120	80	80	447	85	327	55	68	68	68	68	65	65	180	
7 おしゃれ着ネットなし	357	583	373	370	588	595	118	122	85	80	452	80	337	56	67	57	67	70	65	64	172	

表1-2 試料B(羊毛ニット)の初期寸法

単位 mm

使用コース	肩幅	身丈	脇丈		袖丈		肩		袖口		身幅	衿ぐりの深さ	裾幅	ボタン間の幅							重さ(g)
			左	右	左	右	左	右	左	右				1	2	3	4	5	6	7	
1 原布	352	580	365	357	600	585	110	110	80	85	463	75	374	48	75	72	74	80	77	43	170
2 手洗いネットあり	344	575	356	350	598	590	110	110	80	85	452	67	374	50	70	75	75	78	78	42	175
3 手洗いネットなし	355	579	355	354	600	595	115	114	85	87	462	70	362	48	78	75	78	75	75	40	175
4 標準ネットあり	349	582	355	367	597	598	108	111	80	80	450	62	373	51	76	77	78	80	73	44	180
5 標準ネットなし	348	572	340	347	587	580	113	118	88	87	455	58	362	56	77	75	73	78	74	41	170
6 おしゃれ着ネットあり	353	562	343	340	585	600	110	110	85	85	452	40	363	60	75	75	74	75	71	44	170
7 おしゃれ着ネットなし	357	570	351	358	580	585	115	115	85	85	467	54	362	55	74	74	78	78	78	42	170

表1-3 WATクロスプリント剤成分

成分	質量分率 (%)
タルク	10.0
黒色顔料(四酸化三鉄)	5.4
固着用樹脂(EVA樹脂)	10.0
消泡材	0.1
ターペンエマルジョン	40.0
ノニオン型活性剤(増粘剤)	7.0
水	27.5

表2 使用した洗剤の諸元

品名	洗濯用合成洗剤
使用量	洗濯機洗い 40ml/30L 手洗い 10ml/4L
液性	中性
成分	界面活性剤 21% (ポリオキシエチレンアルキルエーテル)、安定化剤
特徴	おしゃれ着洗い用中性洗剤

## 2-4 評価方法

### 2-4-1 歪み、変形の評価

目視で試料布の毛羽立ちや変形状態を観察し、洗濯後のカーディガンの形を模造紙に写し取り変形やゆがみを記録した。

### 2-4-2 寸法変化率による評価

試料布カーディガンの洗濯前後の寸法(肩幅、身丈、脇丈(左右)、袖丈(左右)、肩(左右)、袖口(左右)、身幅、衿ぐりの深さ、裾幅、ボタ

ン間の距離)を測定し、寸法変化率を以下の式で算出した。寸法測定は、JIS L0112<sup>12)</sup> および一般財団法人ボーケン品質評価機構で定める寸法部位<sup>13)</sup>を参考に作業台の上に試料を置き、不自然なしわを伸ばして測定を行った。ただし必要以上に伸ばさないように注意した。また、ボタンは閉じて測定した。

$$\text{寸法変化率 (\%)} = ((L2 - L1) / L1) \times 100$$

L1:処理前の長さ(mm) L2:処理後の長さ(mm)

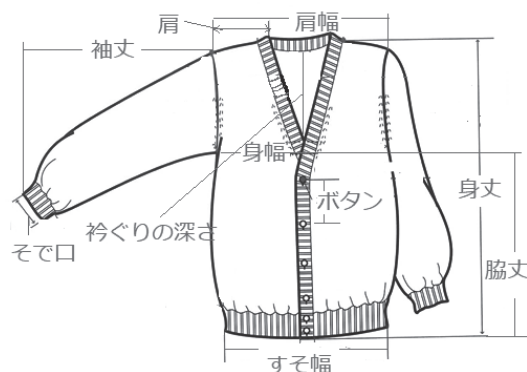


図2 寸法測定箇所

### 2-4-3 洗濯機械力の評価

MA布、WATクロスを用いて機械力を測定した。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 歪み、変形

洗濯後の歪みや変形は未洗濯試料布（以下原布とする）との比較を目視により行い評価した。累積10回洗濯後における羊毛ニット右袖を図3-1から図3-3に示した。いずれも黒のラインが原布、上が洗濯ネット使用しなかった試料（以下洗濯ネット有）、下が洗濯ネット使用した試料（以下洗濯ネット無）である。全体的に洗濯ネット無の場合しわが多く発生していたが、毛羽立ちや毛玉の発生などは観察できなかった。

手洗い（図3-1）と洗濯機おしゃれ着コース（図3-3）では洗濯ネット有無の試料を重ねておくときれいに重なり、変形歪みに差はほとんどない。このことから、手洗いと洗濯機おしゃれ着コースでは、洗濯ネットの有無による変形に差はないと言える。洗濯機標準コース（図3-2）では洗濯ネットの有無により収縮に差が生じ、洗濯ネット無の方が収縮している。羊毛の場合は特に、洗濯ネットを使用することで繊維表面のスケール同士の摩擦が抑えられ収縮が小さく収まっているのではないかと考えられる。また、一見すると袖丈の収縮より袖幅の収縮の方が大きいいため、全体的に身丈や袖丈が伸びたように感じられるが、原布と比較すると、幅が収縮しているために全体のバランスが崩れて縦に伸びたような変形をしていることがわかる。

綿ニットの場合は、羊毛と同様に手洗いや、洗濯機おしゃれ着コースでは洗濯ネットの有無によ



図3-1 手洗い洗濯における洗濯ネット有無による変形差 上：洗濯ネット無、下：洗濯ネット有



図3-2 洗濯機標準コースにおける洗濯ネット有無による変形差 上：洗濯ネット無、下：洗濯ネット有

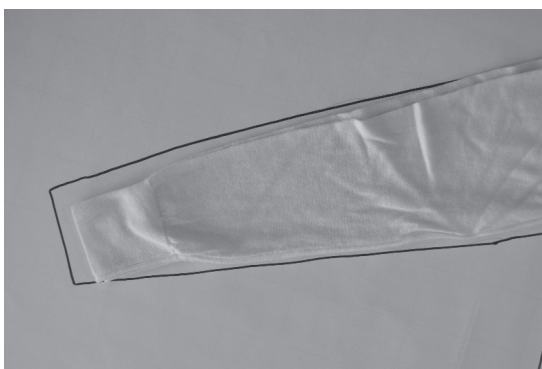


図3-3 洗濯機おしゃれ着コースにおける洗濯ネット有無による変形差 上：洗濯ネット無、下：洗濯ネット有

る差は小さく、洗濯機標準コースでは洗濯ネット無の場合洗濯後のしわが目立ったが、それほど大きな歪みや変形は見られなかった。

#### 3-2 寸法変化率

洗濯前後の寸法から算出する寸法変化率は、マイナス値は収縮を、プラス値は伸びを示す。今回の測定で伸びは衿ぐりの深さに生じたのみで、その他の部位はマイナス値となり収縮が観察された。寸法変化が3%以内と変化の小さかった部位は、綿ニット、羊毛ニット共に脇丈や袖丈である。変化の大きかった部位は、肩幅や身幅、袖幅であった。

綿ニット全体の寸法変化率の平均値を表3-1、羊毛ニット全体の寸法変化率の平均値を表3-2に示す。



平均値で見ると綿ニットも羊毛ニットも共に1回目の洗濯で3.5%から8.0%の収縮が生じ、その後は繰り返し洗濯を10回行ってもそれほど大きな変化は生じていない。これは縫製等の段階での伸びや歪みが、1回目の洗濯で繊維が水にぬれることによる繊維の膨潤と洗濯後の乾燥によって生じる緩和収縮が原因と考えられる。本実験では、洗濯による寸法変化のみを調べており、浸漬法による収縮率については検討していないため繊維の収縮とニット製品の緩和収縮、洗濯機械力の影響を区別することはできないが、1回目の洗濯がニット製品の寸法変化において重要であることはわかった。

表3-1 綿ニット寸法変化 (全体平均)

洗濯回数	手洗い		洗濯機標準コース		洗濯機おしゃれ着コース	
	洗濯ネット有	洗濯ネット無	洗濯ネット有	洗濯ネット無	洗濯ネット有	洗濯ネット無
1	-3.5	-5.0	-5.6	-5.8	-5.7	-4.5
2	-1.5	-3.7	-4.7	-5.3	-5.3	-4.0
3	-3.2	-3.7	-5.6	-4.6	-5.1	-4.1
4	-3.3	-3.6	-6.2	-6.6	-5.7	-3.3
5	-4.1	-4.4	-5.9	-5.6	-5.8	-3.7
6	-4.0	-4.0	-5.2	-5.0	-4.7	-3.6
7	-3.6	-4.9	-6.0	-5.3	-5.2	-2.5
8	-4.0	-4.6	-6.1	-5.6	-5.1	-4.8
9	-3.9	-3.8	-6.3	-6.1	-5.0	-2.6
10	-3.5	-4.0	-5.7	-5.1	-5.1	-2.5

表3-2 羊毛ニット寸法変化 (全体平均)

洗濯回数	手洗い		洗濯機標準コース		洗濯機おしゃれ着コース	
	洗濯ネット有	洗濯ネット無	洗濯ネット有	洗濯ネット無	洗濯ネット有	洗濯ネット無
1	-4.5	-5.7	-4.1	-8.0	-7.7	-7.7
2	-4.6	-4.2	-3.1	-6.7	-6.6	-7.5
3	-3.9	-2.9	-4.3	-7.0	-8.3	-7.4
4	-4.7	-4.2	-5.2	-6.8	-8.7	-7.4
5	-3.9	-4.2	-4.1	-5.9	-7.1	-6.6
6	-5.6	-4.3	-5.3	-6.8	-6.9	-6.5
7	-5.1	-4.9	-4.3	-7.4	-7.2	-5.5
8	-5.1	-4.1	-3.9	-6.4	-7.2	-7.1
9	-4.8	-5.6	-4.7	-6.3	-6.1	-6.0
10	-4.3	-4.0	-2.4	-7.2	-6.7	-5.7

寸法変化の大きかった身幅について綿ニットの洗濯10回後の寸法変化率を図4-1、羊毛ニットの洗濯10回後の寸法変化率を図4-2に示す。

繰り返し洗濯10回後の綿ニットの身幅は、手洗いと標準コースでは洗濯ネットを使用した方が収縮率は大きくなり、おしゃれ着コースでは洗濯ネットを使用した方が収縮率は小さくなるという結果であった。洗濯ネットの有無と収縮率の関係が洗濯方法によって異なり、洗濯ネットの効果が明確にはならなかった。綿ニットで収縮率の変化

が洗濯方法によってばらついた理由として、セルロース系の寸法変化は洗濯機械力にはあまり依存しないこと<sup>14)</sup>によるものと考えられる。

羊毛ニットでは、洗濯ネット無の方がネット有の場合よりも寸法変化が大きくなり、洗濯ネットによる寸法変化の抑止効果が認められる。しかし手洗いやおしゃれ着コースではその値の差はわずかであった。洗濯ネット使用により、被洗物を一つの塊にまとめ、布の部分的変形を抑制する作用がある<sup>4)</sup>が、手洗いの押し洗いや洗濯機回転翼の急速反転が小さいおしゃれ着コースでは、洗濯ネット使用の効果がわかりにくくなったと推察した。

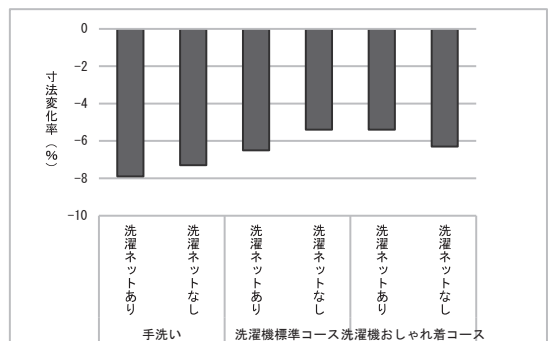


図4-1 洗濯10回後の綿ニット身幅の寸法変化

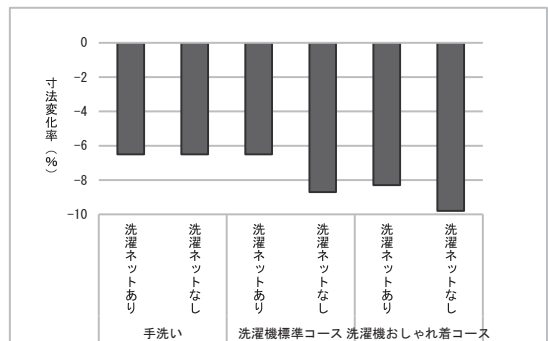


図4-2 洗濯10回後の羊毛ニット身幅の寸法変化

### 3-3 洗濯機械力

洗濯ネットの有無で被洗物に与える機械力に差があるのかをMA布とWATクロスを用いて測定した。

MA布は綿ニットと羊毛ニットで異なるロットの試験布を用いたため、ロット間によるばらつき

を考慮し綿ニットと羊毛ニットの MA 値を合計し、図 5-1、図 5-2 に示した。

繰り返し洗濯による累積 MA 値は、標準コース、おしゃれ着コース共に洗濯ネット有の方が洗濯ネット無よりも小さくなり、洗濯ネットによって被洗物に与える機械力は小さくなる傾向が見られた。今回の実験で用いた洗濯機の標準コースでの MA 値は 50 程度であり、家庭用洗濯機の標準コースの MA 値の平均が 59 程度である<sup>15)</sup> ため、若干低い値である。MA 布はロット違いによる差があり、今回の MA 値が低いのはこのためであると推察できる。

今回の実験での MA 値は、標準コースでは、繰り返し洗濯 5 回以上で差が大きくなる傾向にあり、1 回の洗濯では差が無くても累積すると洗濯ネットの有無によって、損傷程度が異なってくる事が確認できた。

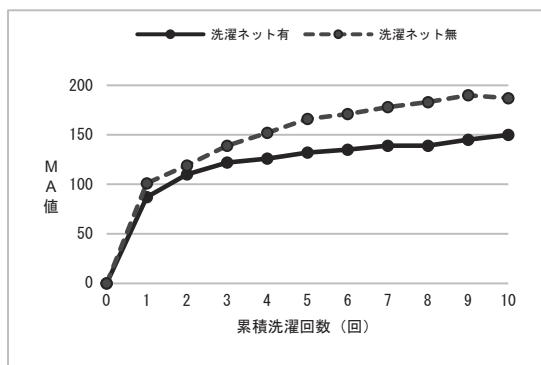


図 5-1 繰り返し洗濯による MA 値の変化 (洗濯機標準コース)

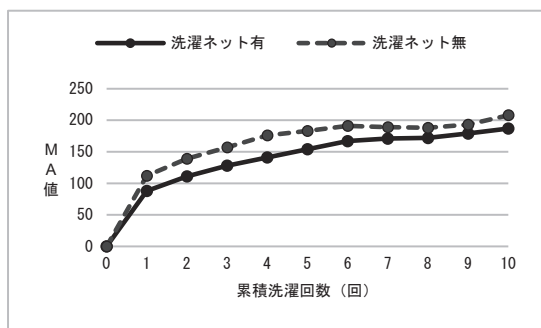


図 5-2 繰り返し洗濯による MA 値の変化 (洗濯機おしゃれ着コース)

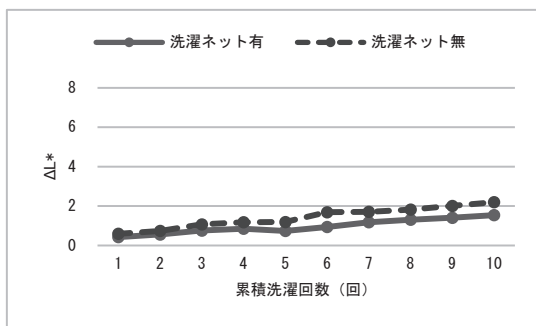


図 6-1 累積洗濯による  $\Delta L^*$  の変化 (手洗い)

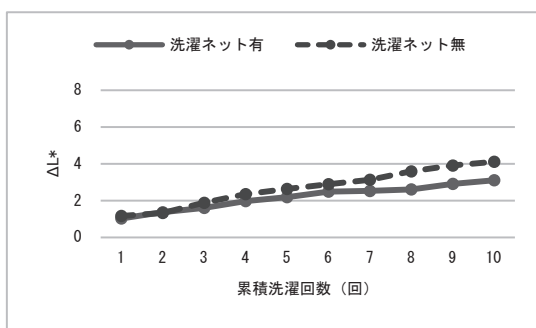


図 6-2 累積洗濯による  $\Delta L^*$  の変化 (標準コース)

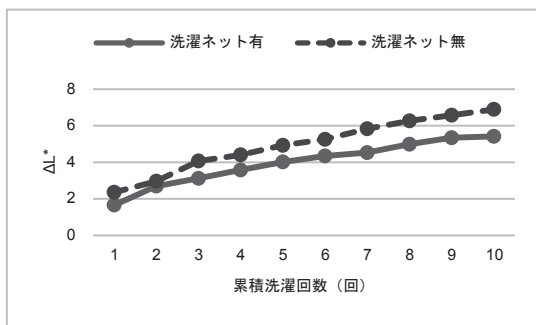


図 6-3 累積洗濯による  $\Delta L^*$  の変化 (おしゃれ着コース)

WAT クロスによる羊毛ニットを洗濯した時の累積洗濯による  $\Delta L^*$  の変化を図 6-1、図 6-2、図 6-3 に示した。

洗濯方法ごとの  $\Delta L^*$  値の変化を見ると、手洗い洗濯 (図 6-1) は 10 回の累積洗濯後においても変化はわずかであり、手洗い洗濯による機械力は非常に小さいことがわかる。洗濯ネットによ

る機械力の違いはわずかであるが累積洗濯の $\Delta L^*$ 値に表れており、このような小さな値の場合は累積による差を求めることで測定が可能であることがわかった。

洗濯機標準コースによる機械力(図6-2)も手洗い洗濯と同様に洗濯1回では洗濯ネットによる機械力の差は小さく、洗濯ネットの効果を判断することは難しいが、累積洗濯による差を比較することによって判定することができる。

以上をまとめると、手洗い、洗濯機標準コース、おしゃれ着コースの何れも洗濯ネット有の場合の方が洗濯ネット無の場合よりも $\Delta L^*$ 値が小さくなっており、被洗物に与える機械力が小さいことがわかった。また、MA布と同様に累積洗濯回数が増えるに従い、 $\Delta L^*$ 値が大きくなっており、WATクロスにおいても累積による損傷を測定できることもわかった。

MA値とWATクロスの相関を図7に示した。 $\Delta L^*$ からMA値のめどをつけるには、「10倍して20足す」ことで大まかな値を推察することが可能であるとされている<sup>3)</sup>が、本実験でも、MA布のロット番号に違いやサンプル数が少ないことによるばらつきはあるものの、おおよその目安の範囲内に収まっており、実験の精度としては十分であると考えられる。

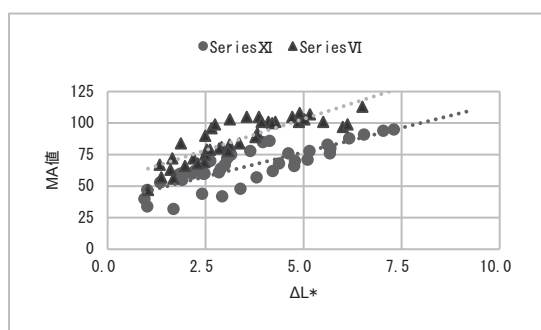


図7  $\Delta L^*$ とMA値の相関

#### 4. まとめ

市販婦人用カーディガンを用いて洗濯機及び手洗いによる洗濯機械力を測定し、累積洗濯による洗濯ネット使用の効果について寸法変化を観察するとともに新しくJIS L1929で規格化された

WATクロスを用いて従来のMA布との洗濯機械力を比較し、洗濯機械力について検討し次の結果を得た。

- ①家庭洗濯できる表示のある市販ニットカーディガンを水洗いすると洗濯ネット使用の有無にかかわらず1回目の洗濯で大きく収縮が生じる。
- ②ニットの寸法変化率と洗濯機械力は相関関係がなく、洗濯機の洗濯コースの違いがニット製品の収縮に与える影響は認められなかった。
- ③洗濯ネット使用の有無は、機械力に影響を与え、累積洗濯をすると顕著に表れる。
- ④MA布はロットによる差が大きく、また累積洗濯の機械力測定では不具合が生じる場合がある。WATクロスは累積洗濯による機械力測定が可能である。

ニット製品に生じる寸法変化は、元の状態に戻りにくく<sup>16)</sup>被服の消費性能を低下させる。洗濯は快適な衣生活を送るうえで欠かすことのできない行動である。家庭洗濯可能な衣類が増える中で、洗濯による寸法変化をはじめとする衣類の損傷を防ぐためにどのような洗濯方法が適当であるのか今後も検証していきたいと考える。

本研究は令和元年東京家政学院大学若手研究者研究助成も活用し研究を遂行いたしました。助成により今後の研究に役立つ多くの試料を作成することができました。ここに関係各位のご協力に対し深謝いたします。

#### 5. 文献

- 1) 大橋正男：家計にみる洗濯関連支出2018年、洗濯の科学64(2)、2-3(2019)
- 2) 小出望：ウールセーターの洗濯方法について、平成26年度東京家政学院大学現代生活学部生活デザイン学科卒業研究論文(2015)
- 3) 土橋明美、高橋睦子、小沢節子、大熊志津江、林雅子：数種の新水流洗濯機による毛布の洗浄(第2報)毛布洗浄におけるすすぎ効果の比較、日本家政学会誌41(12)、1187-1193(1990)
- 4) 白岩治巳：洗浄における機械作用 第5報 新水流式洗濯機における洗濯ネットの効果：(第5報)一新

- 水流式洗濯機における洗濯ネットの効果一、繊維製品消費科学 34 (12)、633-639 (1993)
- 5) 平松峻、小谷昭子：液流の洗浄作用（第1報）、繊維製品消費科学会誌 22 (4)、36-40 (1981)
- 6) 平松峻、小谷昭子：液流の洗浄作用（第1報）、繊維製品消費科学会誌 22 (5)、35-39 (1981)
- 7) 小谷昭子：駅州の洗浄作用（第3報）、繊維製品消費科学会誌 23 (12)、31-36 (1982)
- 8) 平松峻、小谷昭子：液流の洗浄作用（第4報）、繊維製品消費科学会誌 25 (2)、45-50 (1984)
- 9) 片山倫子、舟橋良、藤川尚子、小澤玲子：MA 値による機械作用の評価、日本家政学会誌 54 (6)、477-483 (2003)
- 10) 鈴木聡子、阿部祐子、舟橋良、片山倫子：家庭用全自動洗濯機の洗浄性能評価、日本家政学会誌 58 (9)、589-596 (2007)
- 11) 小林政司：洗浄における機械力の新しい評価法—WAT クロスの開発—、洗濯の科学 64 (4)、2-9 (2019)
- 12) 衣料の部分・寸法用語 JIS L0112：2003
- 13) ポーケン品質評価機構：『ポーケンセミナーテキスト 4 縫製品の基礎知識』、pp.55-57、75、ポーケン品質評価機構 (2010)
- 14) 山田勲：洗濯機械力と衣料品の寸法変化との関係、繊維製品消費科学 53 (10) 811-816 (2012)
- 15) 山田勲：洗濯機械力と衣料品の布傷みとの関係、繊維製品消費科学 53 (6)、436-441 (2012)
- 16) 「検証お洗濯で縮むセーター」『WOMAN'SGATE』冬号 No.20、pp.1-2、(2020)
- 
- (受付 2020.3.25 受理 2020.6.30)