

毛織物の帯電防止技術に関する研究

—導電性物質による毛織物の帯電防止技術—

野田栄造

1. はじめに

毛織物でも、冬季のような乾燥した状態では、摩擦等で静電気が発生し帯電し易くなる。静電気の帯電による塵やほこりの付着により、礼服などの黒い衣服では特に外観が損なわれる。また、静電気の帯電により、衣服のまとわりつきや脱衣時の火花の発生、ドアのノブに触れたときの放電による指先のショックなどは不快なものである。

この静電気の発生を抑えるものとして、帯電防止剤がある。帯電防止剤は一時帯電防止剤と耐久性帯電防止剤とに分類される。毛織物の後加工で行われる耐久性帯電防止加工には親水性重合体の皮膜を繊維表面に形成させる方法や親水性モノマーを繊維表面にグラフト重合する方法等がある¹⁾。しかし、風合いを重要視する毛織物には嫌われる傾向にある。

羊毛は一般的に金属をよく吸着、吸収する事は知られている。本研究では、この性質を利用して、冬季のような低湿度状態でも静電気の発生が少なく、クリーニング等による帯電防止効果の低下が少ない毛織物の帯電防止加工について検討を加えた。

2. 実験方法

2. 1 試料

実験に用いた試料を表1に示す。目付け99g/m²の平織物は、JIS染色堅ろう度試験に

用いる添付白布である。他の平織物は、経緯2/60×1/30で目付けは152g/m²である。目付けの最も大きな毛織物は、経緯2/48×2/48で目付け274g/m²の綾織物である。

表1 実験に用いた試料

毛織物の種類	目付(g/m ²)	原糸(経×緯)
平織物(JIS添付白布)	99	(1/52×1/68)
平織物	152	(2/60×1/30)
綾織物(ギャバ)	274	(2/48×2/48)

2. 2 処理方法

ア. 硝酸塩処理

羊毛に金属を吸収、吸着させる方法として、硝酸塩で処理する方法を用いた²⁾。実験には表2に示す硝酸塩を用い、処理濃度0.5mol/lから0.001mol/lで毛織物を処理した。処理浴は酢酸と酢酸ナトリウムで緩衝液を作り、pH4～5の範囲で、テキサム技研製ミニカラーを用いて、温度50℃で30分間処理し、処理後水洗、脱水、乾燥した。浴比は1:60～1:30であった。

イ. 金属粉末処理

銅粉末（粒径 $63\mu\text{m}$ 未満）、鉄粉末、還元鉄粉末の金属粉末を 1g/l 、 10g/l の濃度でハーコセット樹脂により、羊毛表面に固着させた。ハーコセット液 $4\%\text{o.w.f}$ 、タジトール 1g/l 、炭酸水素ナトリウム 0.5g/l の処理液を作り、テキサム技研製ミニカラーにより、浴比 $1:50$ で 40°C 20分間処理した。処理後、脱水、乾燥を行った。

表2 実験に用いた硝酸塩

種 類	化学式
硝酸ニッケル	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
硝酸亜鉛	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
硝酸鉄	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$
硝酸銅	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

3. 結果及び考察

3. 1 処理による着色

金属処理を行うと処理布に色が付く場合がある。JIS添付白布を用いて、未処理布と処理布を測色し、 $L^*a^*b^*$ より式(1)により色差 ΔE を求めた。測色は、倉敷紡績(株)製カラー7で行った。結果を図1に示した。図から明らかなように、硝酸ニッケル、硝酸亜鉛以外は、色差が大きく着色の色が目立った。硝酸亜鉛は、 0.1mol/l で色差が 0.5 であった。また、この色差は、白度の増加によるものと考えられる。また、金属粉末を処理したものはいずれの場合も1以上の色差であった。

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \quad (1)$$

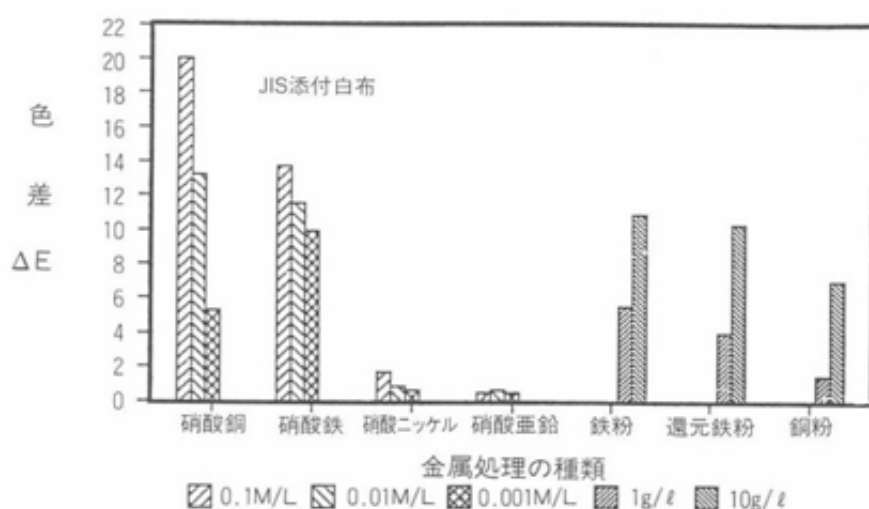


図1 金属処理毛織物と未処理毛織物との色差

3. 2 摩擦帯電圧及び半減期

摩擦帯電圧及び半減期の測定は、JIS L 1094 B法及びA法を用いた。摩擦帯電圧測定時の摩擦布には、綿かなきん3号を用いた。測定条件は、 20°C 、 $40\%\text{RH}$ の低湿度環境下で測定した。図2にロータリースタチックテスターによる摩擦帯電圧と硝酸塩処理濃度の関係を、図3に摩擦帯電圧と織物目付けの関係を示した。JIS添付白布の場合、未処理布で 3000V から 50000V の摩擦帯電圧

であったが、硝酸塩処理濃度が 0.1mol/l から 0.5mol/l の範囲で摩擦帯電圧は、 1000V 以下になった。また、織物の目付けが小さいほど摩擦帯電圧は大きかった。

金属粉末をハーコセット樹脂で固着させたものは、表3の結果となった。摩擦帯電圧が 1000V 以下になったのは銅粉末 10g/l の場合だけであった。ハーコセット樹脂がポリアミド系の樹脂のため摩擦時の帯電圧を減少させる効果が少なかったのではないと思われる。

半減期は、オネストメーターにより電圧10 k vを30秒間印加した後、印加を止め、帯電圧が初期帯電圧の1/2に減衰するまでの時間（秒）により測定した。半減期は、J I S添付白布を硝酸塩で処理した場合、処理濃度が高くなれば、半減期も小さくなり、処理濃度0.1mol/lから0.5mol/lで10秒以下になった。J I S添付白布の場合、未処理布では半減期は、80秒から100秒であった。図4に硝酸塩処理濃度と半減期の関係を示した。図5に織物目付けと半減期の関係を目付けの異なる3種類の毛織物について示した。また、図6に織物の目付け及び処理濃度と半減期の関係を示した。これらより、織物目付けの小さなもの

のは、処理濃度が大きくなると半減期は10秒以下にならないが、織物目付けの大きなものは0.1mol/lの処理濃度10秒以下の半減期を得ることができた。

表3 金属粉末処理毛織物の摩擦帯電圧と半減期

処理濃度	摩擦帯電圧 (V)			半減期 (秒)		
	還元鉄粉	鉄粉	銅粉	還元鉄粉	鉄粉	銅粉
1g/l	2800	1800	1650	90	80	86
10g/l	1450	1650	680	67	101	56

処理布はJIS添付白布

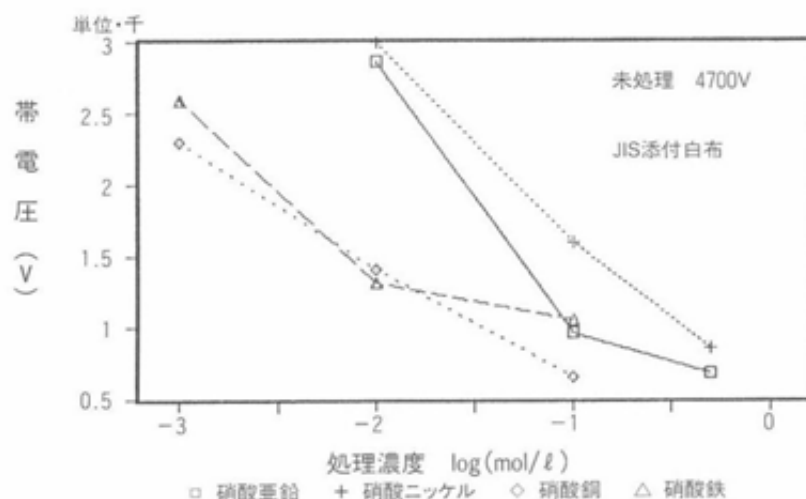


図2 硝酸塩処理濃度と摩擦帯電圧の関係

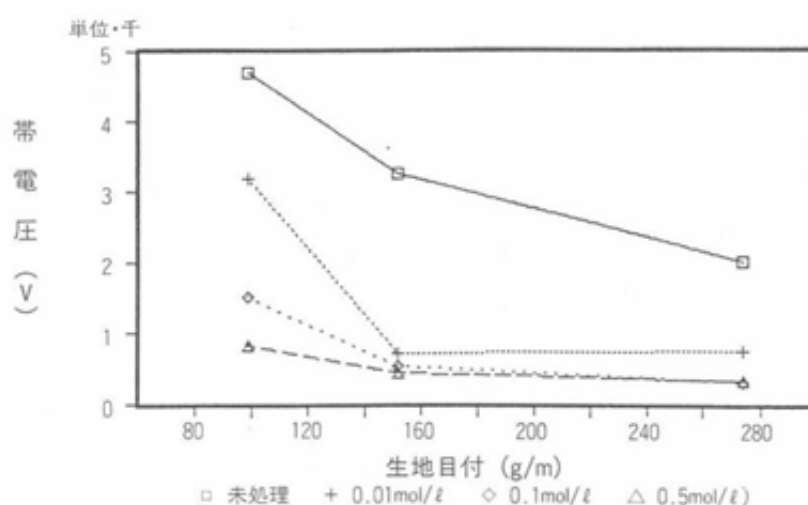


図3 織物目付と摩擦帯電圧の関係

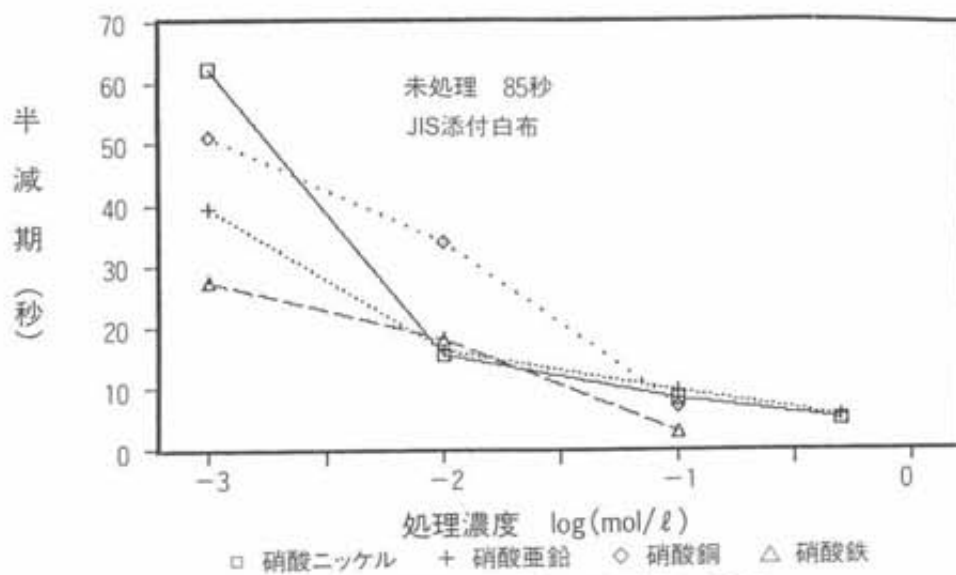


図4 硝酸塩処理濃度と半減期の関係

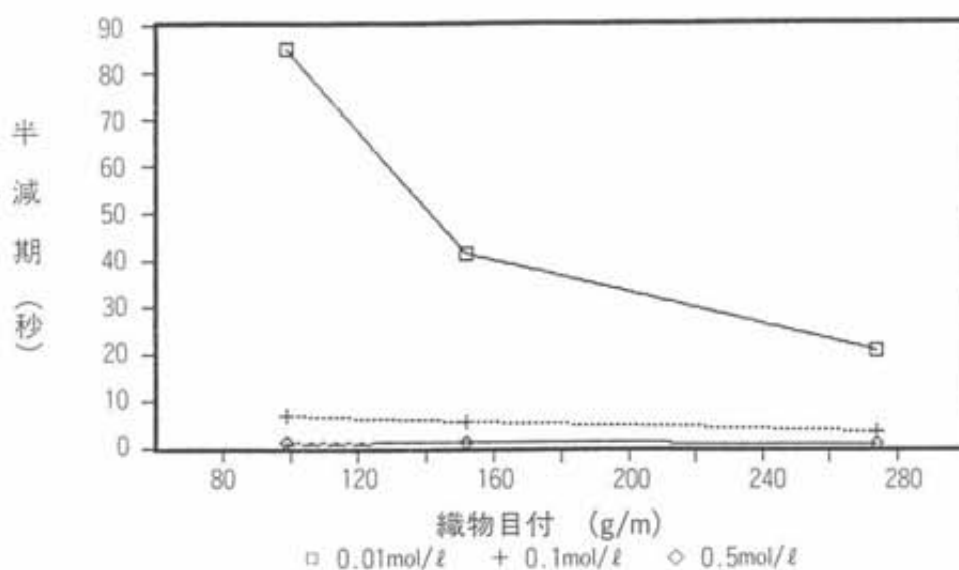


図5 織物目付と半減期の関係

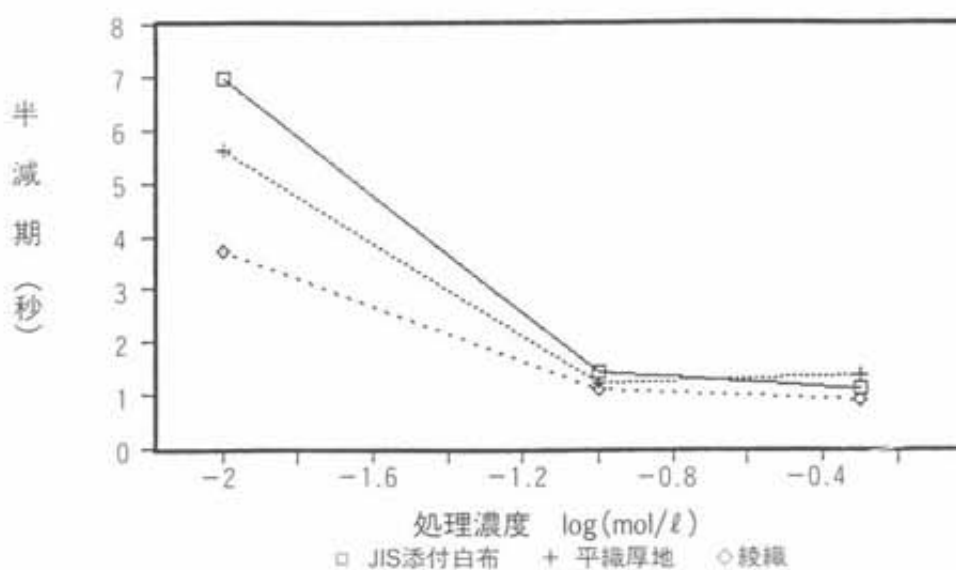


図6 織物の種類及び処理濃度と半減期の関係

3. 3 硝酸塩処理による染色への影響

羊毛中の金属の種類や量により、染色時の色の変化が考えられる。そこで、硝酸塩処理を染色前に行うか、染色後硝酸塩処理を行うかを、JIS添付白布で検討した。染色には、第4表に示す5種類のブルー系の染料を用いて染色を行った。未処理布を染色したものと、硝酸塩処理後染色したもの及び染色後硝酸塩処理したものととの色差 ΔE を式(1)により求めた。その結果を図7に示した。図中の「Ni前処理」は硝酸ニッケル処理後染色したもの、「Zn前処理」は硝酸亜鉛を前処理した後染色したもの、「Ni後処理」は染色後硝酸ニッケル処理を行ったもの、「Zn後処理」は染色後硝酸亜鉛処理したものである。硝酸塩処理は、いずれも、0.1mol/l濃度の処理であった。

その結果、硝酸塩処理を染色後に行う方が

色の変化が少なく、1以内の色差であった。ただしブルー系の染料5種類の実験結果であり、他の染料の場合は、変色する場合が考えられるので、実際に行う場合は、試験染め等を行い染色時の色の変化を検討しておく必要がある。

表4 染色に用いた染料

Lanasol Blue 3G
Kayanol milling Blue GW
Kayakalan Blue 3BL
Kayacyl Blue HRL
Chromylon Blue 4G

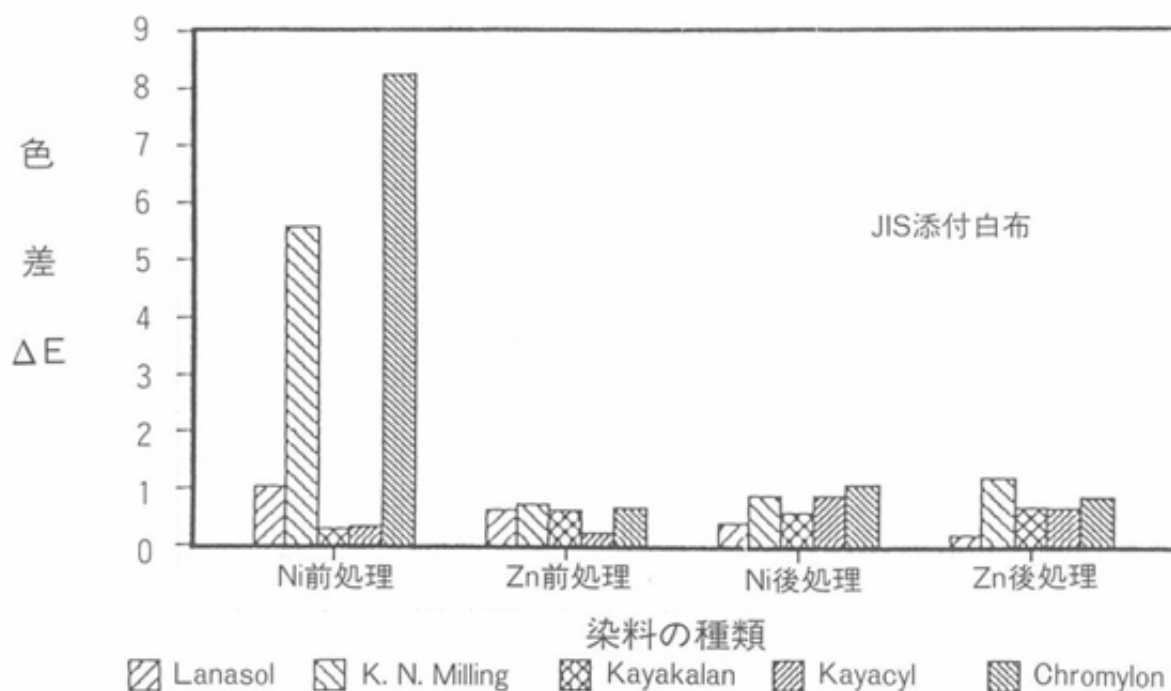


図7 硝酸塩処理の染色に及ぼす影響

3. 4 硝酸塩処理織物の染色による摩擦帯電圧への影響

硝酸塩処理後に染色する場合と染色後に硝酸塩処理する場合とで帯電圧へどのように影響するかを調べた。染色条件、硝酸塩処理濃度及び染色布は3.3の場合と同一とした。図8に摩擦帯電圧、図9に半減期の結果を示した。染料は、表4のうちラナゾール、カヤカラン、カヤシール、クロムの4種類を用いた。

図から明らかなように、硝酸塩処理を染色後に行ったものの方が、いずれも摩擦帯電圧が低かった。半減期についても同様の結果を得た。硝酸塩処理を染色前に行ったものは、帯電防止効果が非常に少なかった。しかし、後に述べるが羊毛中の亜鉛量は、硝酸亜鉛処理が染色前であろうと染色後であろうと $3000\mu\text{g/g}\sim 3200\mu\text{g/g}$ とほとんど変わらなかった。

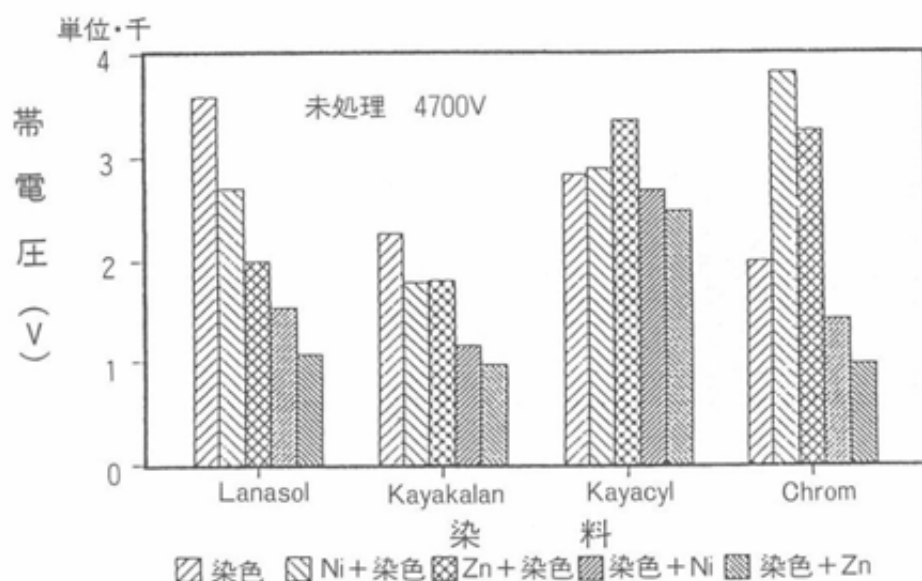


図8 染色前後の硝酸塩処理による摩擦帯電圧への影響

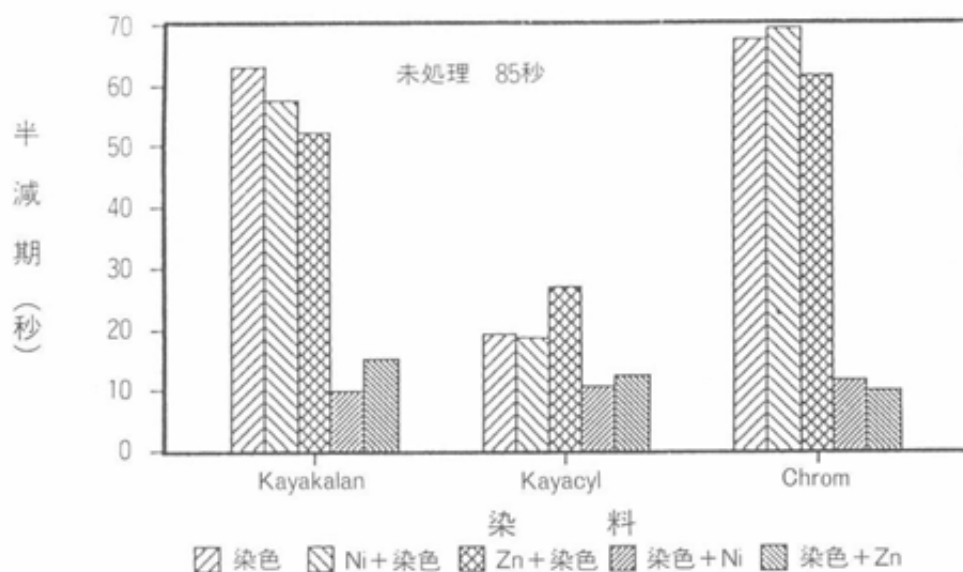


図9 染色前後の硝酸塩処理による半減期への影響

3. 5 硝酸塩処理による毛織物の強力低下について

硝酸亜鉛処理したJIS添付白布及び厚地平織物について、切断強力及び切断伸度を島津製作所（株）製オートグラフにて測定した。JIS L 1096 ストリップ法で、試料幅50mm、つかみ間隔150mm、引っ張り速度

200mm/分の条件で試験した。図10に切断強力、図11に切断伸度の結果を示した。硝酸塩処理濃度に関係なく硝酸亜鉛の場合も硝酸ニッケルの場合も未処理のものとほとんど変わらず強力、伸度とも低下は認められなかった。

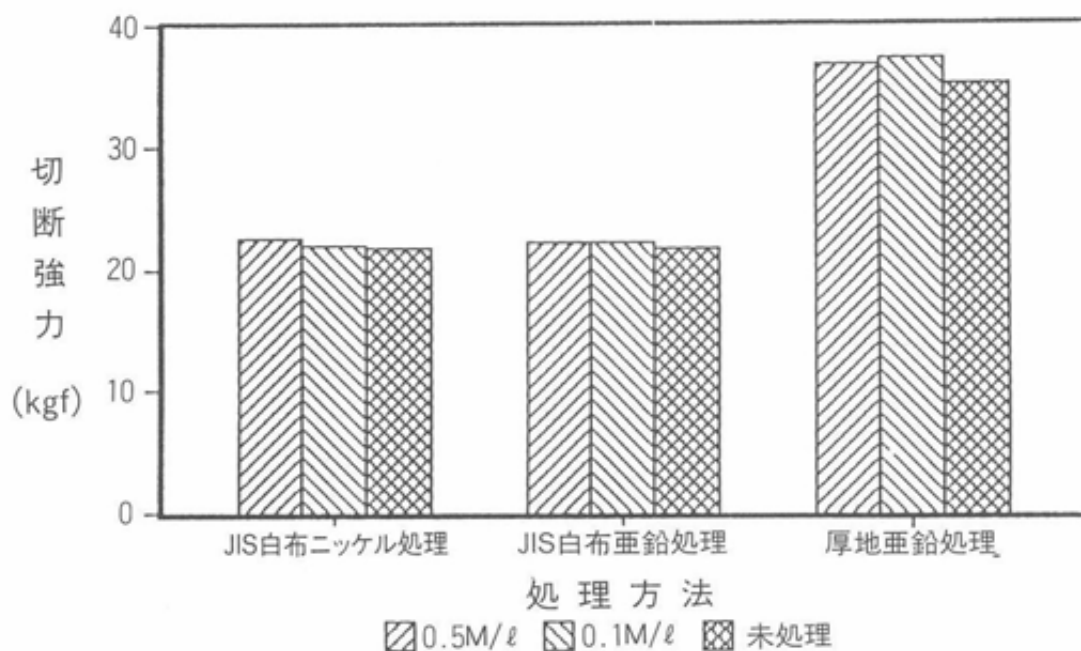


図10 硝酸亜鉛、硝酸ニッケル処理織物の切断強力

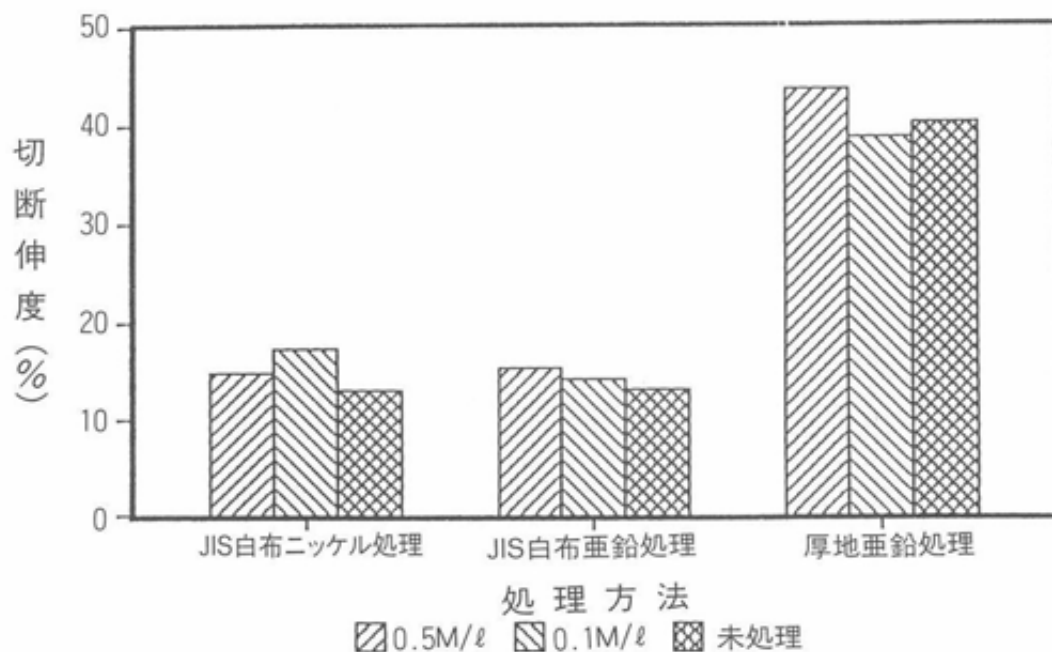


図11 硝酸亜鉛、硝酸ニッケル処理織物の切断伸度

3. 6 硝酸亜鉛処理による羊毛中の亜鉛量

硝酸亜鉛処理羊毛 1 g を 700℃ で 3.5 時間加熱して灰化させた後、硝酸及び塩酸で処理して、島津製作所（株）製原子吸光分光光度計にて亜鉛量を測定した。その結果を図12に示した。処理濃度が高くなるに従って、羊毛中の亜鉛量は増加し、0.5mol/l の処理濃度で 6300 μ g/g の亜鉛量であった。また、カヤノールミーリング染料で染色後硝酸亜鉛処理した場合、硝酸亜鉛処理後カヤノールミーリン

グ染料で染色した場合、未処理布に硝酸亜鉛処理した場合、いずれの場合も 0.1mol/l 処理でおおよそ 3000 μ g/g ~ 3200 μ g/g とほとんど同じ亜鉛量であった。

染色前と染色後で硝酸亜鉛処理した場合には、前にも述べたとおり、硝酸亜鉛処理を染色後に行った方が摩擦帯電圧も半減期も良好であったが、今回の実験では亜鉛量にはほとんど差がなく、その理由については今後の検討課題である。

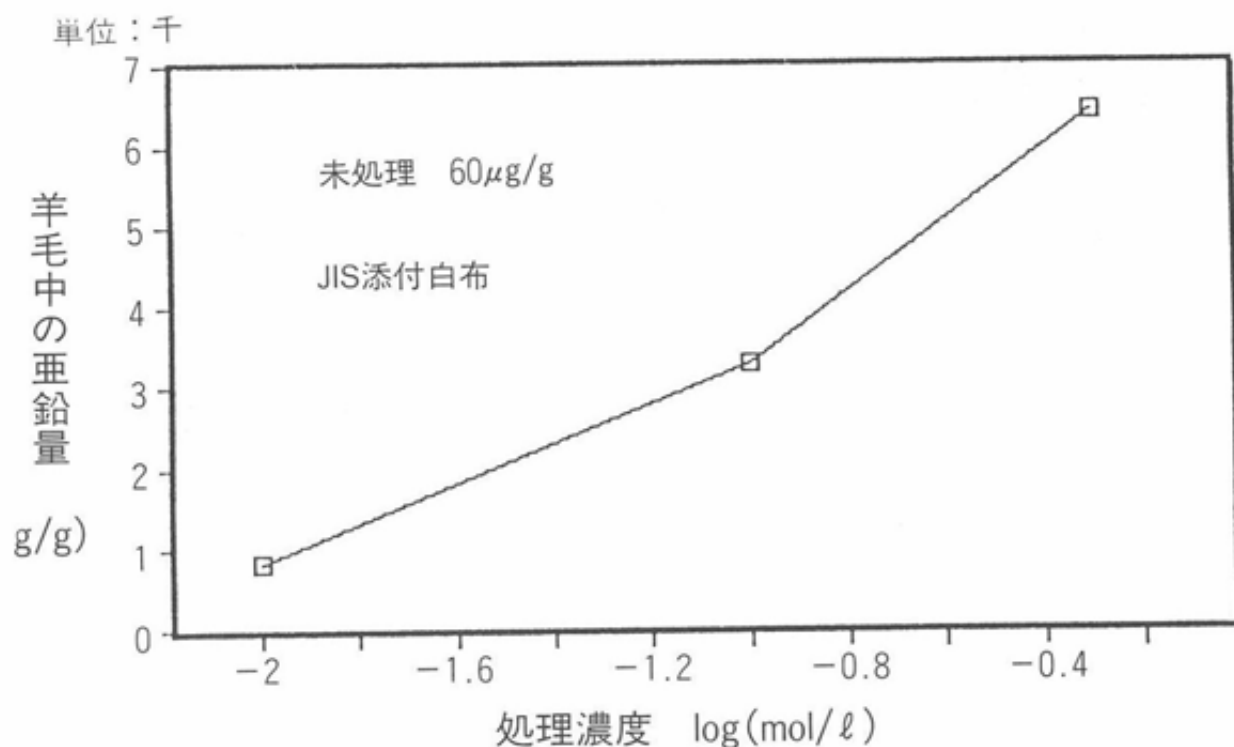


図12 硝酸亜鉛処理羊毛中の亜鉛量

3. 7 ドライクリーニングによる摩擦帯電圧への影響

硝酸塩処理濃度0.5mol/lで処理したJ I S 添付白布を1回、5回、10回ドライクリーニング処理し、摩擦帯電圧及び半減期を測定した。ドライクリーニング処理はJ I S L 0217の401番による方法で行った。

図13に摩擦帯電圧、図14に半減期の結果を示した。図中の「Niドライ」は硝酸ニッケル処理後ドライクリーニングを行ったもの、「Znドライ」は硝酸亜鉛処理後ドライクリーニング処理をしたものである。ドライクリーニング後の測定では摩擦帯電圧及び半減期とも非常に小さな値を示した。

この摩擦帯電圧及び半減期の減少はドライクリーニング中の界面活性剤が処理繊維に残留しているためではないかと考え、ドライクリーニング1回、5回、10回処理したものを各々4回水洗し、界面活性剤を除去した後、再度、摩擦帯電圧及び半減期を測定した。図

に示す「Niドライ後水洗」は硝酸ニッケル処理後ドライクリーニングを行い、その後4回水洗したもの示している。その結果、水洗し、界面活性剤を除去したものは、未処理のもの3000V～5000Vに比べおよそ倍以上6000V～10000Vの摩擦帯電圧になった。また、半減期は未処理布80秒～100秒に比べては低かったが、硝酸塩処理4秒のものに比べ6秒から10秒と大きくなった。

ドライクリーニング処理により羊毛の細胞間充填物や脂質が抽出されたためか界面活性剤除去処理時の水洗により毛織物表面の形状変化により摩擦布との摩擦力の増加により摩擦帯電圧が大きくなったのではないかと考えられる。

0.1mol/l処理の場合は、ドライクリーニング後水洗処理したものは、10000V以上の摩擦帯電圧となり測定限界を超えたため測定できなかった。

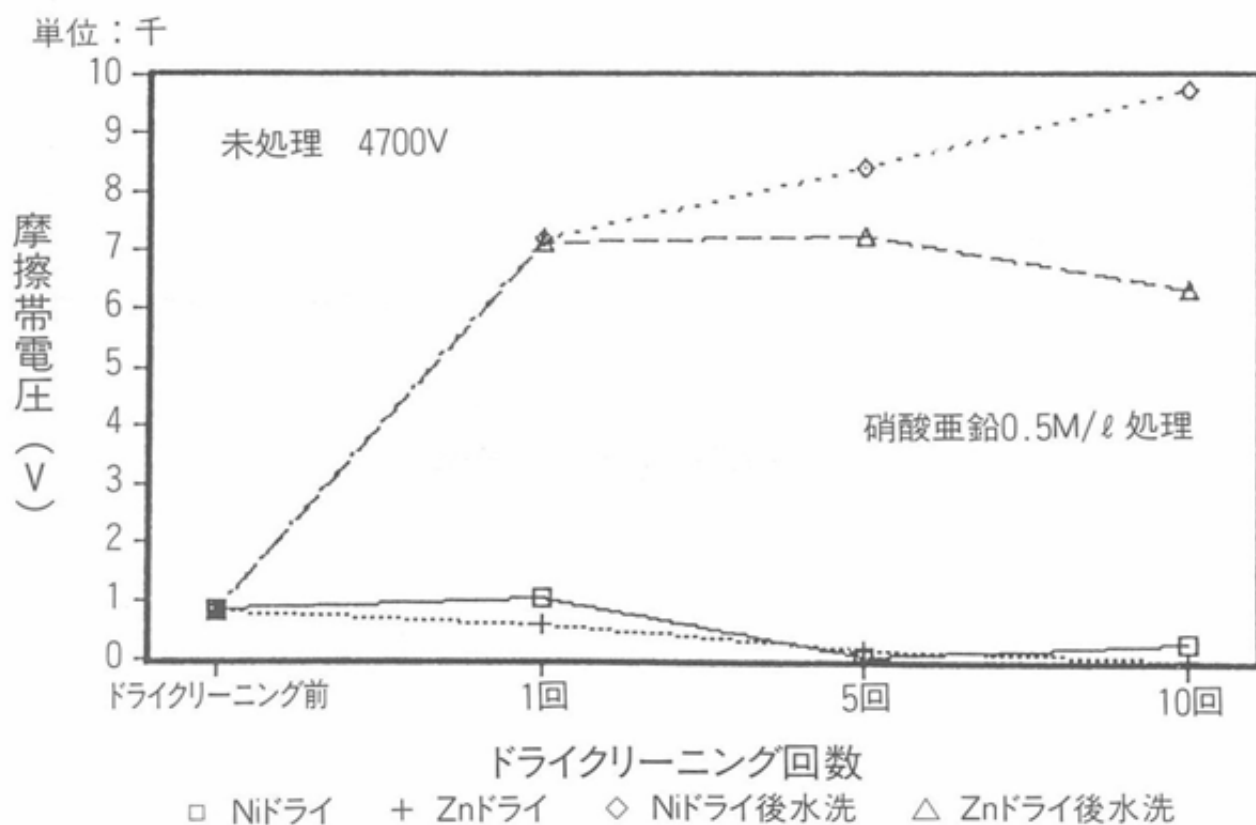


図13 ドライクリーニング回数と摩擦帯電圧の関係

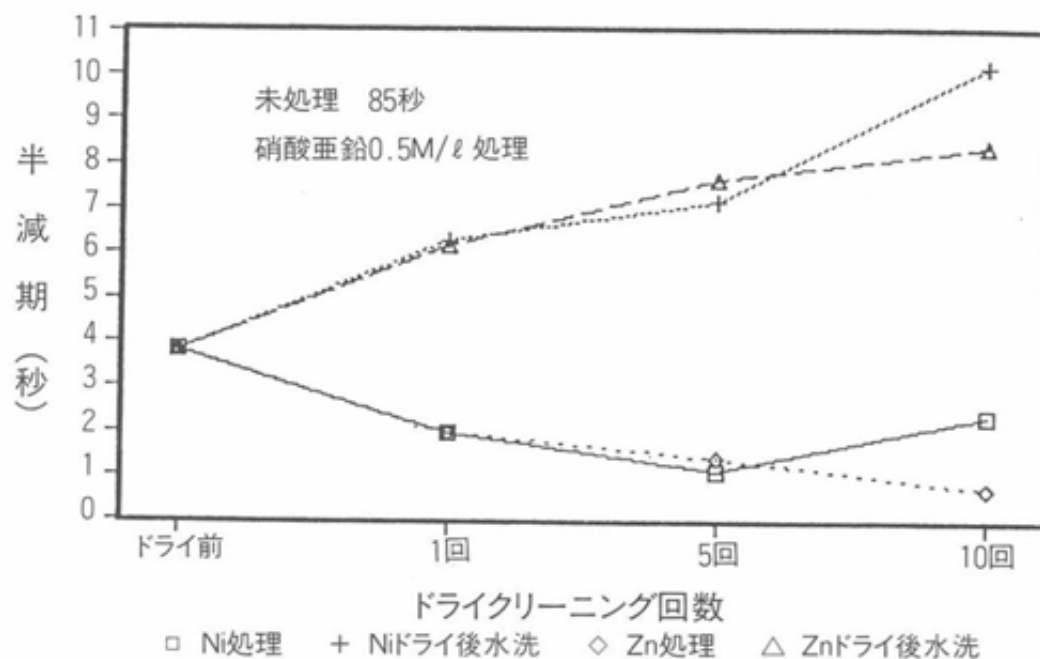


図14 ドライクリーニング回数と半減期の関係

4. おわりに

羊毛の金属の吸着、吸収しやすい性質を利用して、硝酸ニッケル、硝酸亜鉛、硝酸銅、硝酸鉄を用いて帯電防止加工を試みたが、これらの4種類の硝酸塩では、帯電防止効果や処理布への着色などの点から硝酸亜鉛が最もよかった。しかし、ドライクリーニング処理後の摩擦帯電圧及び半減期は処理したものに比べ減少するにもかかわらず、ドライクリ

ーニング後付着している界面活性剤除去のため水洗した後の測定では、摩擦帯電圧は、未処理布の倍の値になった。この原因についての検討が必要である。

文献

- 1)川瀬、織消誌、23,17(1982)
- 2)K.Fukatsu,Sen'i Gakkaishi,44,238(1988)