インジゴの色移りに対する脱色方法に関する試み

久保 瞳美
［指導教員：武庫川女子大学教授　牛田 智］

キーワード：インジゴ，色移り，脱色，摩擦，堅ろう度

1. 研究の背景と目的

本研究に至ったのは，以前インジゴ染色を行った際に白い時計を汚してしまったことがきっかけとなっている。同様に私の友人が持っていた白い合成皮革のカバンにもジーンズが摩擦し藍色が移ってしまったことを聞き，インジゴの色移りしやすさに着目した。調べていくと，品質管理試験機関でもインジゴ製品に対しての乾湿ともに摩擦堅ろう度の基準は 2 級や 3 級程度とほかの染色製品と比べても低い。この摩擦に対する染色堅ろう度の低さに対して，インジゴが他の製品へ色移りしてしまう可能性の高さに驚き，インジゴが色移りした対象を布だけでなく合成皮革，ゴムに対してダメージを最小限で，脱色できる方法を様々検討しようと考えた。本研究では，化学反応による脱色方法，物理的作用を利用した脱色方法，薬品（洗剤，有機溶剤）による脱色を検討していく。

2. インジゴの摩擦汚れに対する脱色

2-1　試薬

インジゴ，水酸化ナトリウム，炭酸水素ナトリウム（以下「重曹」と称す），アセトン，炭酸ナトリウム，エタノールは試薬特級を，ハイドロサルファイト（以下「ハイドロ」と称す）は化学用を使用した。酸化漂白には衣料用塩素系漂白剤（花王ハイター）を，洗濯用合成洗剤としては花王アタック高活性バイオ EX を使用した。

2-2　実験方法

2-2-1　酸化漂白による脱色

漂白剤の裏面に示されている使用方法に基づいて，おこなった。水 1L に対してハイター10mL を入れ撹拌してから，試料を入れ 30 分つけ置きをし，水ですすぎ風乾させた。

2-2-2　還元反応による脱色

試料布の色移りしている部分に，還元剤を含む，組成・濃度の異なる溶液〈ハイドロ 4%，ハイドロ 4%+炭酸ナトリウム（pH10），ハイドロ 4%+重曹（pH7），ハイドロ 4%+エタノール，ハイドロ 2%+重曹（pH7）+エタノール，ハイドロ 4%+重曹（pH7）+エタノール，ハイドロ 8%+重曹（pH7）+エタノール〉を含んだコットンをのせラップをかけてコットンが試料布に密着するように 10 分間浸漬した。コットンとラップを外し水ですすぎ風乾させた。

2-2-3　還元反応に物理的作用（叩き出し）を用いた脱色

キッチンペーパーの上に試料布を置き，汚染部分にコットンを丸めたものに「2-2-2」で使用した溶液を染みこませ，10 分間叩き出し，水ですすぎ風乾させた。

2-2-4　還元反応に物理的作用（吸引）を用いた脱色

汚染したインジゴを還元によって溶かすために，試料布に「2-2-2」で使用した溶液を含んだコットンをのせ，ラップをかぶせ 10 分間浸漬させた。取り出して汚染されている部分を下にして吸引ろ過装置にのせて 3 分間薬品をかけながら吸引させた。その後水で 5 分間すすぎ風乾させた。

2-2-5　薬品による脱色

エタノールを含ませたコットンをのせラップで覆い 10 分間浸漬した。10 分後押しつけるように拭き取った。水 100mL に対して石鹸（0.2g）と重曹（2g）を混ぜた液をスポンジに含ませ，こすった。水 125mL に洗濯用合成洗剤（2.5g）を溶かしたものをキッチンペーパーに含ませ，のせてラップで覆い 1 分間浸漬した。1 分後にキッチンペーパーを取って，アセトンを含ませたコットンをのせ，5 分間浸漬した。5 分間水ですすぎ，キッチンペーパーで水気をとり風燥させた。

2-3　結果および考察

JIS L 0801 染色堅ろう度試験方法通則（2011）の 10. 染色堅ろう度の判定の a）視感法を参考に，変退色グレースケールと汚染部分について脱色前と後を比較することで等級を決定した。表では，左の数字が等級を表し右のセルが脱色程度を 5 段階に分けて塗りつぶしてある。色が濃いほど脱色できていないという結果を表す。

表 1　インジゴの摩擦汚れに対する脱色結果

		綿	絹	毛	帆布（細）	帆布（粗）	綿繻	1号紬	羽二重	平織りの絹	合皮
ハイドロ4%	10分浸漬	3	3	1	2	2	2	3	2	3	1
	10分叩く	2	3	1	3	3	3	4	4	3	2
	10分付け3分吸引	4	3	2	4	4	3	3	4	3	1
ハイドロ4%+炭酸ナトリウム	10分浸漬	2	3	2	2	2	2	3	4	3	1
	10分叩く	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3
	10分付け3分吸引	4	2	3	2	2	2	2	4	4	1
ハイドロ4%+重曹	10分浸漬	1	2	1	2	2	3	2	4	3	1
	10分叩く	2	3	2	3	3	2	3	3	3	1
	10分付け3分吸引	4	3	2	2	2	2	3	4	3	1
ハイドロ8%+重曹+エタノール	10分浸漬	4	5	4	4	4	4	4	5	4	1
ハイドロ4%+重曹+エタノール	10分浸漬	3	5	2	4	3	3	3	3	4	1
ハイドロ2%+重曹+エタノール	10分浸漬	4	4	4	4	3	3	3	4	2	2
ハイドロ4%+エタノール	10分浸漬	4	4	2	4	4	4	3	4	4	1
塩素系漂白剤	30分浸漬	2	2	1	3	2	2	2	3	2	3
エタノール+石鹸＋洗剤	アセトン5分浸漬	4	5	2	4	3	3	3	4	3	5

表 1 を見ると，塩素系漂白剤は効果が薄く，浸漬による還元反応はハイドロ 4%に重曹を加えてエタノールを同量加えたものが一番効果的であった。インジゴはアルカリ下で還元を行うと，可溶性のロイコ体になり溶液に溶けることができる。しかし，エタノールを加えることによって，pH が高くない pH7 でもインジゴの還元体を溶かし出しやすくできる。そのため，エタノールを加えると試料に付着していたインジゴを溶かし出し脱色することができたのではないかと考えられる。また，物理的作用を加えた場合は浸漬をした場合よりも効果的であった。インジゴを還元体にした溶液を物理的作

用によって取り除くことができたと考えらえる。薬品による脱色では，全体的に効果があった。どの試料に対しても効果があり，生地へのダメージが見られなかったことより，適した脱色方法であると考えらえる。

3. 合成皮革の還元液滴下汚れと摩擦汚れに対する脱色

3-1　試料

4 種類の合成皮革を使用した。以下では塩化ビニル 2 種類を①，④の試料，ポリウレタン 2 種類を②，③の試料とした。

3-2　実験方法

3-2-1　合成皮革に対する還元液の滴下での汚染方法

インジゴ染色液を試料布の合成皮革に滴下し，30 分放置した。その後，キッチンペーパーで染色液を吸い取り水ですすぎ風乾させた。

3-2-2　酸化漂白による脱色

水 1L に対して，衣料用塩素系漂白剤（花王ハイター）10mL を入れ撹拌してから，試料を入れ 30 分つけ置きをした。その後水ですすぎ風乾させた。

3-2-3　還元反応による脱色

試料布の色移りしている部分に，還元剤を含む溶液を含んだコットンをのせ，ラップをかけてコットンが試料布に密着するように 10 分間浸漬させた。その後に，コットンとラップを外し水ですすぎ風乾させた。

3-2-4　物理的作用を加えた場合

ハブラシを用いてこすることで汚れをより掻き出すことができるのではないかと考えた。キッチンペーパーの上に試料布を置き，色移りしている部分にコットンを丸めたものに溶液を染みこませた。そのあとに 10 分間ハブラシで毎秒 2 回の速さでこすり，水ですすぎ風乾させた。

3-2-5　有機溶剤（アセトン，エタノール）による脱色

・有機溶剤を用いた摩擦による脱色：有機溶剤（アセトン，エタノール）で試料である合成皮革を 5 分間こすった。
・有機溶剤の浸漬による脱色：有機溶剤（アセトン，エタノール）をコットンに含ませて，試料の色移りした部分にのせて 10 分間浸漬させた。

3-2-6　薬品（洗剤）による脱色

・洗剤のみによる脱色：水 125mL に洗濯用合成洗剤（2.5g）を溶かしたものをキッチンペーパーに含ませ，のせてラップで覆い 1 分間浸漬した。1 分後にキッチンペーパーを取って，ふき取ってから水ですすぎ，風燥させた。
・アルカリ下での洗剤による脱色：水 100mL に対して石鹸（0.2 g）と重曹（2g）を混ぜた液をスポンジに含ませ，こすった。水 125mL に洗濯用合成洗剤（2.5g）を溶かしたものをキッチンペーパーに含ませ，のせてラップで覆い 1 分間浸漬した。1 分後にキッチンペーパーを取って，ふき取ってから水ですすぎ風燥させた。

3-3　結果および考察

還元液を滴下した汚れは，摩擦した汚れよりも濃く，脱色のために還元させた時も黄色く還元された様相は見せたものの風乾させたときに色が戻ってきた。このことから，表面にインジゴが付着しているのはもちろんのことだが，表の合成樹脂の部分に少し浸透しており，インジゴを還元させても取り除くことは難しいという結果になった。

表 2　インジゴ還元液を試料に滴下した汚れに対する実験結果

		①	②	③	④
塩素系漂白剤	30分浸漬	2	1	1	2
アセトン	10分浸漬	3	4	3	4
	1分こする	3	5	5	4
エタノール	10分浸漬	2	3	1	2
	5分こする	3	5	3	4
ハイドロ4%+炭酸ナトリウム	10分浸漬	2	2	1	1
	10分ハブラシ	2	3	2	2
ハイドロ4%+エタノール	10分浸漬	4	4	4	3
	10分ハブラシ	2	2	3	1
洗剤	10分浸漬	2	2	1	4
	10分ハブラシ	2	2	1	4
洗剤+石鹸	浸漬	2	1	1	2

表 3　インジゴ染色布による摩擦汚れに対する実験結果

		①	②	③	④
塩素系漂白剤	30分浸漬	2	2	2	3
エタノール	5分こする	5	5	5	5
ハイドロ4%+炭酸ナトリウム	10分浸漬	2	4	3	4
	10分ハブラシ	3	4	3	4
ハイドロ4%+エタノール	10分浸漬	3	2	2	3
	10分ハブラシ	4	5	5	4
洗剤	浸漬	1	2	2	3
洗剤+石鹸	浸漬	2	3	2	3

そして，脱色方法については酸化漂白，洗剤については効果が薄く，付着したインジゴを取り除くには洗剤の分散では弱かったと考えられる。脱色の中でも効果的であったのは，有機溶剤（エタノール，アセトン）であった。有機溶剤によって，水に不溶のインジゴを溶かし出したのか，あるいは表面の染まっている合成樹脂ごと溶かしてしまい取り除くことができたのではないかと考えられる。これは，有機溶剤で表面をこすった後に，凹凸加工が少し浅くなっていることから考えられた。また，アセトン浸漬の際には可塑剤，接着剤が溶け，基布と合成樹脂が剥離し硬化してしまった。そのために，有機溶剤は効果的ではあるが，長時間浸ける場合や色柄ものに対してはダメージが大きく出てしまうと考えられる。

4. 結論及び今後の課題

総じて酸化漂白や洗剤での効果は薄いが，アルカリ下での還元反応は物理的作用（叩き出し）を加えると効果が上がった。しかしそれ以上に効果的であったのは，有機溶剤を加えた場合である。ハイドロ 4%+炭酸ナトリウム溶液に同量エタノールを加えたことで中性に近い pH7 であってもインジゴを溶かし出しやすくし，物理的作用を加えることでさらに取り除きやすくなった。また，合成皮革でもエタノールで軽くふき取る事で取り除けた。

参考文献

1)　榎本雅穂: 繊維製品消費科学, 49, 9, 594-602, 2008