京都市産業技術研究所

新しい蛋白質分解酵素の染色補正への応用

経営企画室　谷　啓史
色染化学チーム　上坂　貴宏

要　旨

染色補正において，蛋白質分解酵素は，食べこぼしや血液のシミのような蛋白質を含む汚れの除去，胡粉のような蛋白質系糊剤で固着した加工の修正などに不可欠な薬剤である。この用途には，現在，染料店が供給する工業用の蛋白質分解酵素剤が使われているが，それら以外に，従来品以上の性能を備えたものが存在する可能性がある。それを利用し，技術の向上をはかるため，京都染色補正工業協同組合に対する指導を行った，具体的には，繊維分野で使用されている市販の蛋白質分解酵素剤を用いてシミ落とし作業を行ったところ，従来品と同等以上の性能を有するものを見出すことが出来た。

1．はじめに

染色補正は，染織加工において不良個所の修正を行う作業である。この作業は，加工時に生じた染料の滲みから，着用時の汚れの除去に至るまで，広範囲の不良に対応しているので，その方法も一様ではなく，様々な技術が用いられる。それに伴い，使用する処理剤も多岐にわたり，酸，アルカリ，酸化剤，還元剤，有機溶剤，界面活性剤，金属イオン封鎖剤，天然および合成糊剤，酵素，染料など，あらゆる種類の染色加工薬剤が使われると言っても過言ではない。その中で，蛋白質分解酵素は，食べこぼしや血液のシミのような蛋白質を含む汚れの除去，胡粉のような蛋白質系糊剤（カゼイン，ニカワ）で固着した加工の修正[1]などに不可欠な薬剤である。このような染色補正における蛋白質分解酵素の利用の歴史は極めて古く，明治以前からシミ落とし薬剤として使用されていた「小鳥の糞」[2]は，その中に含まれる各種の加水分解酵素が有効成分であった。現在でも，ウグイスの糞を原料とした粉末が美顔パウダー等として市販されているが，染色補正では生地の着色等の問題があるため[3]，染料店が供給する工業用の蛋白質分解酵素剤が使われている。ただ，その組成や酵素の詳細は明らかにされておらず，商品名にほとんど変化が見られないことから，基本的に同じものが大きな改良なく提供され続けていると思われる。よって，現在，染色補正で使用されていない酵素の中には，従来品以上の性能を備えたものが存在する可能性があり，それらを利用することで，仕上りの質的向上や作業の合理化が期待できる。このような考えから，今回の技術指導を行った。

2．実験方法

2.1　材料

2.1.1　蛋白質分解酵素剤

工業用として市販されている蛋白質分解酵素剤には非常に多くの種類があり，その特性は酵素の種類や添加物により異なっている。本実験では，染色補正作業への適性を考慮し，繊維分野で使用されている市販品のうち，表１に示す３種類を使用した。なお，比較の対象とする従来品は，各作業者が日常の染色補正作業で使用している蛋白質分解酵素剤とした。

2.1.2　付着物

洗浄対象とするモデル付着物には，墨（硯で水に磨りおろしたもの）と卵白を使用した。これらは，従来から，染色補正に関連した各種の実技試験で，シミ落とし技術を評価する際の汚れとして採用されてきたことから，染色補正での標準的な蛋白質系付着物と判断できる。実用試験では，これに加えて肉汁および血液

表１　使用した蛋白質分解酵素剤

	酵素Ａ	酵素Ｂ	酵素Ｃ
内容	酵素製剤（蛋白質分解酵素主体の洗浄剤）	耐アルカリ性蛋白質分解酵素	耐アルカリ性蛋白質分解酵素
性状	淡褐色液体	褐色液体	淡褐色顆粒
水溶性	水溶性	水溶性	水溶性（濁りあり）
作用pH	pH7～11	最適pH=10実際はより広範囲で使用可能	最適pH ８～10実際はより広範囲で使用可能
作用温度	40～60℃	最適温度55～60℃	最適温度60℃
主な用途	クリーニング用	絹精錬用	洗剤用

ジミの処理を行った。

2.2 操作

2.2.1 予備実験

墨の溶液に絹白生地を浸け，脱液，風乾したものを所定温度の蛋白質分解酵素溶液で浸漬処理した後，洗浄，乾燥した。処理時間は15分および30分とした。洗浄方法は，予備水洗によって大部分の酵素溶液を除去した後，電気洗濯機を用いて，まとめて水洗した。酵素溶液については，液体の酵素剤（酵素Ａおよび酵素Ｂ）は原液をそのまま使用し，粉末の酵素剤（酵素Ｃおよび従来品）は水を加えて溶解し，実験に供した。

2.2.2 実用試験

実用試験は，絹布に墨溶液または卵白を滴下して約２cm径のスポット状のシミを作製し，風乾後，室温で約１か月放置したものを試料とした。作業方法は，京都染色補正工業協同組合事業部および青年部を中心とした組合員10名が，各々の日常の現場でのシミ落とし作業に準じた方法で行った。基本的には，処理部分に蛋白質分解酵素溶液を塗って放置後，水洗する手法であるが，詳細は作業者により異なるので，予め図１の記録用紙を配布し，各自の処理条件や水洗方法等を記録した。

なお，処理による染料の溶出や移動の有無を調べるため，加温を行う場合は染色した絹布に上記と同様の方法でスポット状のシミを付けたものを使用した。

担当者No.		担当者氏名		
酵素を使った時の	温度	白生地　室温（大体　℃）	染色布　加熱（大体　℃）	
	時間	酵素をつけて（　　）分放置		
	状態	そのまま放置	フィルム等で乾燥を防ぐ	
洗浄		ソノフラッシュ	ブラシ	その他の洗浄機（　　）
その他加えた処理				
使用感	酵素A（黄色の液）			
	酵素B（濃い茶色の液）			
	酵素C（粉末）			
	従来品（　　）			

図１　配布した記録用紙

2.3 評価法

作業者10名を中心に官能評価を行い，さらに試料を持ち寄って関係者13名全員で検討，合議して判断した。検討した内容は，付着物の除去状況，染色布からの染料の溶出（色落ち），スレや着色の有無，処理時の脱落の速さ，全体を通した作業のし易さ等である。

3．結果及び考察

3.1 墨を用いた酵素剤の評価

墨は，炭素の粉末がニカワで接着されていることから，固着した墨の再溶解は，蛋白質分解酵素によるニカワの分解で促進される。写真１は，絹布に加工した墨を各酵素剤で処理した結果で，酵素剤を用いない場合（水による処理）と比べて顕著に除かれていることが分かる。ここで酵素剤による相違を見ると，酵素Ａで処理した際に良好な洗浄効果が得られ，この実験の範囲では，全ての処理条件下で最もよく墨が除去された。これは，染色補正業界で広く一般的に使用されている蛋白質分解酵素剤（従来品）を凌ぐ結果である。

一方，酵素Ｂでは，墨の脱落は顕著でなく，酵素剤を添加しない場合に近い結果であった。これは，酵素Ｂが絹精錬用のため，セリシンの分解に有効であっても，ニカワの処理に適していないことによると思われる。

次に，酵素Ｃに関しては，一定の洗浄効果は認められたものの，従来品や酵素Ａと比べて良好ではなかっ

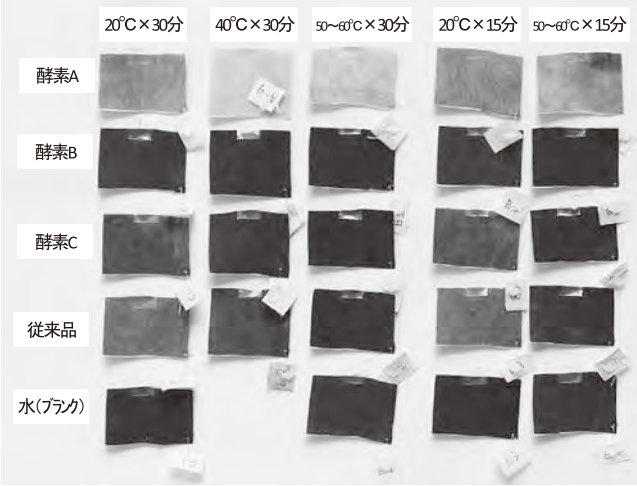

写真１　墨を用いた酵素剤の評価

た。この原因として，洗剤への配合を目的に作られた酵素剤を単独で使用した場合，蛋白質の分解は進んでも，それらを生地から除去する洗浄作用が不足していた可能性がある。

3.2 補正作業への応用

現場での作業に準じた方法で，各酵素剤を用いて蛋白質系付着物（墨，卵白）のシミ落としを行った。処理方法の詳細は作業者によって異なるが，概ね，処理温度10（室温）～45℃，処理時間30～60分で，処理後の洗浄には超音波洗浄機またはシルクガン（高圧スプレー）が使用されていた。また，一部の作業者ではアンモニア水や界面活性剤の利用も見られた。このような方法で墨を落とした場合，上記３．１の基礎実験と同様，基本的傾向として，酵素Ａの結果が良好であった。加えて，脱落の速さなど，作業性に関しても高い評価が得られた。写真２は典型的な処理結果である。

付着物が卵白の場合，視覚的な評価が困難なため，処理部の風合いの硬さを除去状況の判断基準としたが，この場合も墨と同様の結果であった。以上のことから，酵素Ａは染色補正での蛋白質除去に適しており，従来品と同等以上の性能を有すると思われる。

一方，染料の溶出・移動に着目すると，加温して長時間処理した試料の一部で生じていた。特に，酵素Ａでこの現象が起こり易い傾向があるので，染色堅牢度の低い製品を補正する場合には十分な注意が必要である。これは，酵素Ａに配合された洗浄剤の影響と思われる。

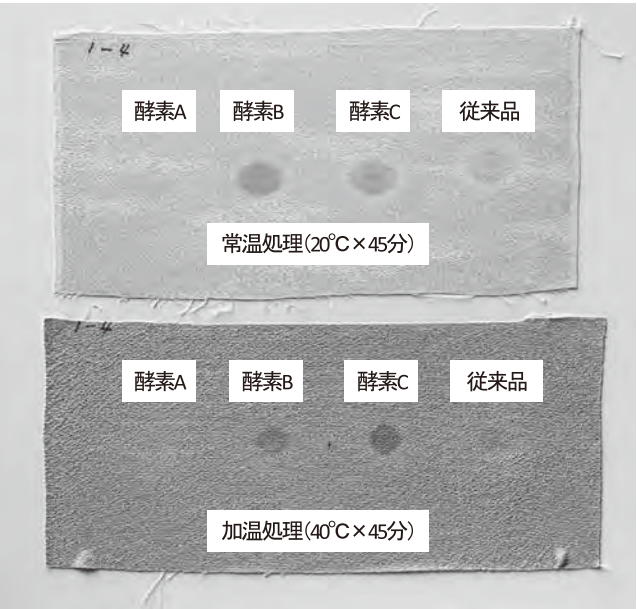

写真２　各酵素剤による墨落とし

3.3 処理方法の検討

酵素の活性には温度が影響し，今回使用した酵素剤では，表１に記したように40℃～60℃での処理が最適とされている。しかし，上記３．２の作業結果では，写真２のように，加温による性能向上が明確ではない。同様の現象は多くの作業者から指摘され，加温した方が，付着物が脱落しにくい事例も報告された。また，基礎実験（上記３．１）では，写真１から分かるように，酵素Ａでは40～60℃で処理した方が良く除去されるが，酵素Ｃおよび従来品では20℃（常温）で処理した方が除去されており，この場合も加温の影響は一様ではない。これらの原因は明らかではなく，今後の検討課題である。

次に，処理中の水分蒸発を抑制して乾燥を防ぐとともに，塗布時の作業性を調整するため，酵素剤の溶液に増粘剤を添加したところ，より良く付着物が除去される傾向があった。これは，目的とした効果に加えて，粘度の増加によって生地上での処理液の広がりが少なくなり，単位面積当たりの付着量が増加したことが原因と思われる。

3.4 実作業での使用

卵白または肉汁を付けた後，加熱で固着させたシミを試料として酵素Ａによる補正作業を行った。これらはモデル付着物（熱処理無しの墨または卵白）より除去が困難と考えられ，付着後に長時間放置されたシミなど，日常の作業で除去が困難な付着物を想定したものである。

さらに加えて，実際に顧客から持ち込まれた襦袢の血液ジミの処理を行った。いずれの場合も，これまでの実験と同様，酵素Ａの作業性は良好で，従来品と同等またはそれ以上の仕上りが得られた。

これらのことから，酵素Ａは，実際の補正作業に使用することが可能と判断され，組合が一括購入して，青年部薬研委員会から提供することとなった。

4．ま と め

今回の結果については，平成29年３月８日に開催された京都染色補正工業協同組合の技術講習会で発表した後，組合青年部が中心になって普及を進めている。

今後の展開として，東京，北陸，京都の染色補正組合が開催する染色補正三地区技術研究会等を通じ，全国に普及していくものと思われる。

染色補正は，高度な技能と熟練に基づく伝統的な作業の側面を持つ一方で，対象とする染色物の新しい加工技術，和服の使用状況の変化，補正時に用いる薬剤の進歩など，時代の変化に常に対応し，進化し続けることが必要である。その際，今回取り上げた蛋白質分解酵素剤のように，全く新しくメーカーが開発した製品でなくとも，技術向上に有効な処理剤は，まだまだ多く存在すると思われ，それらを導入することは，染色補正業界を振興する上で，効果的な手段の一つといえよう。今後も業界と連携し，このような取り組みを継続したい。

参考文献

１）京都市染織試験場：“手描友禅染の技術と技法”，p.273，(1984)
２）高橋新六：“京染の秘訣”，p.215，(1934)
３）京都染色補正工業協同組合：“染色補正の技術・技法”，p.20，(1990)