

セルロース染色品の酵素処理におけるインジゴの移染と酵素との関係 Relations between Cellulase Adsorption and Backstaining with Indigo on Enzymatic Finishing of Denim

ライフサイエンス専攻 生活環境化学研究室 王 丹

WANG DAN

<背景・目的>

セルロースの β -1,4 グルコシド結合を加水分解する酵素；セルラーゼは、この 10 年余りの間でセルロース繊維製品、特にジーンズのバイオウォッシュ加工への利用が増加している。この加工の際、染色糸（縦糸）のインジゴが脱落して未染色糸（横糸）を青く染める傾向を酵素が促進することが指摘されている。その原因については、①インジゴに対する酵素の結合性（Cavaco-Paulo ら）、②基質に対する酵素の吸着能力（Gusakov ら）があげられ、都甲¹⁾も、酵素がセルロースとインジゴ間でバインダーとしての役割を果たして白糸汚染を促進することを明らかにした。

一方、インジゴの汚染を防止するにはプロテアーゼ併用が有効である（Compos）などが報告されている。

そこでセルラーゼの構造の相違に注目してセルラーゼ数種類を選択し、綿繊維へのセルラーゼ吸着量とインジゴ染着量の関係を調べ、実際系における酵素・インジゴ・繊維三者がどのように関わるかを解明することを目的とした。

<方法>

[酵素試料] Novo Nordisk Bioindustry Ltd.提供

| 酵素の種類 | 名称 | CBDの有無 | 至適pH | 備考 |
|-------|----|--------|------|--|
| 多成分 | CL | ○ | 5 | バイオポリッシング用 <i>Trichoderma Viride</i> 由来 |
| 単一成分 | C5 | ○ | 5 | C4のアミノ酸残基変化 毛羽除去効果が高い |
| | C4 | ○ | 7 | |
| | C3 | × | 7 | |

[試料布]

インジゴ染色デニム：綿7番手 A8508

倉敷紡績（株）製

綿ブロード：40番手、シルケット加工済、色染社より購入、水・エタノールにより精練

[条件・手順]

1) 酵素の吸着量とインジゴ染着量の測定

①酵素：0~8g/L, pH=5,7, 浴比：1：50, 30℃,30min

機械力：100rpm, で綿布を処理した後、残浴中の酵素を定量。

②インジゴ分散浴：インジゴデニムを浴比：1：50, 50℃,160rpm,30min 処理。C.I.Vat Blue4 の還元水溶液から算出した濃度：0.06g/L（界面活性剤含有を確認。）

③ ①で処理した綿布を②で調製したインジゴ分散浴に入れ、50℃,30min 処理。表面反射率から K/S を算出し、インジゴ染着量の目安とした。

2) 酵素・インジゴ・繊維の組合せ

酵素：CL, 0~3g/L, その他条件は1)と同じ

① 三者の組合せ順序の相違

次の5種類の組合せ順序でインジゴ着染性を調べた。

a 同浴処理 b. (酵素+繊維) →インジゴ浴 c. (酵素+インジゴ) →繊維 d. (繊維+インジゴ) →+酵素 (同浴添加) e. (繊維+インジゴ) →酵素

② (酵素+インジゴ) 前処理時間と布処理時間

上のc方式について、前処理時間を一定に布処理時間(10min,30min)の影響、布処理時間を一定に前処理の有無(0min,90min)の影響を調べた。

③ 酵素の活性

①のaとcの方式について酵素処理前に、予め失活(80℃、20min)した酵素により、活性の有無の影響を調べた。

④ 酵素・インジゴ結合体の安定性

酵素とインジゴ結合体の安定性については目視観察と吸収スペクトル測定で調べた。

<結果と考察>

1) 酵素の吸着量とインジゴ染着性の関係

・ CBDの有無によって、インジゴの染着性が異なる(Fig1)。CBDを持たない酵素(C3)では、繊維への吸着量が若干増加してもインジゴ染着は抑制される(Fig1)。

- ・ CBD ありの場合、単一成分酵素では中性 (C4)の方が酸性 (C5) より汚染しやすい。
- ・ 繊維への酵素吸着量は浴中の CL 酵素濃度が増加すると段階的に増加した (Fig2)。この結果から、綿繊維に対する酸性酵素 CL の吸着は多分子層吸着であると考えた。

2) 酵素・インジゴ・繊維三者結合メカニズム

処理浴中の酵素濃度とインジゴ染着の関係は、方式 a と c が非常に似ている (Fig3)。両方とも 1g/L 付近で極大が出た。このことは、a と c の組合せ方がほぼ同じ効果をもたらすことを示唆している。② c 方式で予め酵素とインジゴを組合せる前処理時間が短いと (60 分未満) インジゴ染着は布処理時間に依存し 10 分の短時間では染着が少ない (Fig4)。このことから酵素とインジゴが結合するのにある程度時間がかかること、結合したものが布に吸着しやすいことがわかる。また、90 分かけて酵素とインジゴを十分に結合させた後に布を処理した場合は、前処理せず三者同浴処理よりインジゴの染着が速い (Fig5)。ゆえに、三者間の親和性は[酵素・インジゴ]の組合せが一番強く、次いで[酵素・繊維]であることが分かった。しかも、[酵素・インジゴ]の組合せでは、経時により沈殿が生成し吸収スペクトルも変化することから、両者が結合体を形成すると予想される。

Fig3 に見られる染着性の極大には酵素の活性が関与し、しかも、失活酵素より活性酵素の方が染着性は高いことが分かった (Fig6)。

<引用文献>

1) 都甲由紀子 お茶の水女子大学修士論文 (2000)

<発表状況>

1) 生活工学研究, 2(2),42-43(2000)
 2) 生活工学研究, 3(1),110-111(2001)
 3) 生活工学研究, 3(2)182-183(2001)
 4) 繊維学会 2001 年次大会発表予稿集, 56(1),339(2001)
 (指導教官 駒城 素子)

