

Neutral Cellulase Powder for Denim Fabric Garment Washing | デニム衣料洗い用中性セルラーゼ粉末

Enzymes.bio リサーチチーム · ニュージーランド · ウェリントン · June 18, 2026

Neutral Cellulase Powder for Denim Fabric Garment Washing は、デニム衣料のウォッシュ加工で、綿セルロース表面を穏やかに改質し、ソフトな風合い、毛羽低減、表面平滑化、自然なフェード感を得るために使われる中性域対応のセルラーゼ粉末です。セルラーゼはセルロースの β -1,4-グリコシド結合に作用する酵素群であり、デニムのバイオストーンング、バイオポリッシング、ソフトニングにおいて、機械的摩耗や強い化学処理への依存を下げる加工助剤として研究・利用されています^[1]。Enzymes.bio は本製品の供給業者であり、製品は1 kg単位でオンライン直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

デニム衣料洗いで中性セルラーゼ粉末が使われる理由

デニムは、一般に綿を主体とする高密度の織物で、未加工または軽加工の状態では硬さ、粗い表面感、毛羽、着用時のごわつきが残りやすい素材です。衣料洗いでは、見た目のフェードだけでなく、手触り、屈曲時の柔らかさ、表面の滑らかさ、白場の清潔感、縫い目や当たり部分の立体感を同時に調整する必要があります。セルラーゼ処理は、綿セルロース表面の微細な繊維を選択的に弱め、洗浄中の機械作用で除去しやすくするため、デニムの風合い改善と表面改質に適した酵素技術として位置づけられています^[2]。

中性セルラーゼがデニム加工で重視されるのは、酸性条件に寄せた強いフェード加工とは異なり、色調、手触り、生地強度のバランスを取りやすいからです。デニムのインディゴ染色は、糸の芯まで完全に染まるのではなく、糸表面に色が乗る性質を持つため、表層のセルロース繊維を制御して除去すると、自然な色落ち感が現れます。酵素洗いでは、表面繊維とともに少量の染料が洗浄液中へ移り、柔らかさ、快適性、光沢、フェード外観が形成されると説明されています^[3]。

従来のストーンウォッシュでは軽石による物理摩耗が中心となりますが、軽石の破碎、設備摩耗、ポケット部への残留、排水固形分の増加、生地への過剰ダメージが問題になり得ます。セルラーゼを使うバイオストーンングは、機械的摩耗だけに頼らず、酵素反応で表面繊維を弱めるため、狙っ

たフェードやソフト感を得ながら工程負荷を下げる方向で検討されてきました。近年のデニム湿式加工研究でも、酵素を含むグリーン加工は、繊維品質と環境負荷の両面から評価されています^[3]。

セルラーゼの作用機序：表面セルロースを「溶かす」のではなく、弱めて除去しやすくする

セルラーゼは単一酵素ではなく、複数の酵素成分が協調してセルロースを分解する酵素系です。代表的には、セルロース鎖の内部を切断して新しい鎖末端を作るエンドグルカナーゼ、鎖末端からセロビオース単位を切り出すセロビオヒドロラーゼ、セロビオースをさらに糖へ分解する β -グルコシダーゼが関与します。真菌セルラーゼの研究では、これらの成分が水素結合で高度に秩序化したセルロースを可溶化する際、単独よりも相乗的に働くことが示されています^[4]。

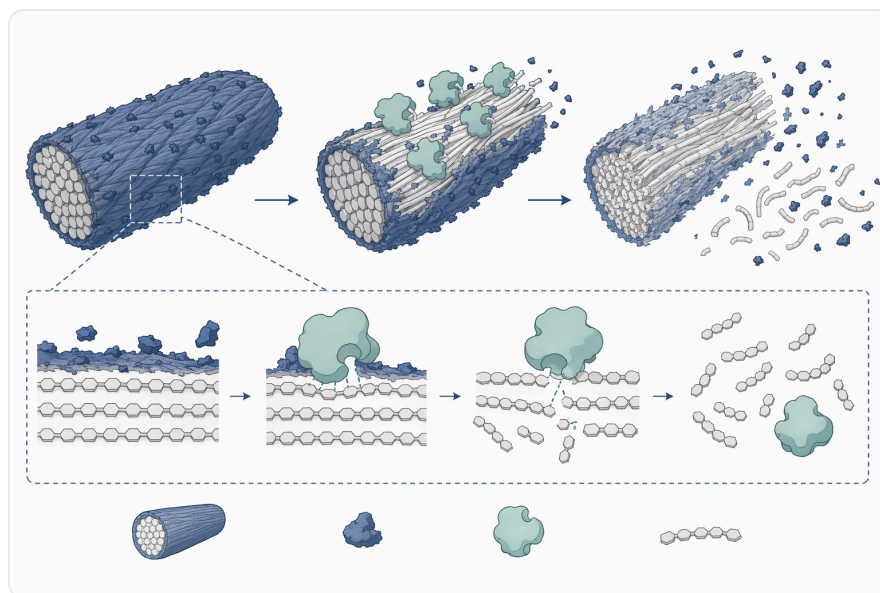


Figure 1. 중성 셀룰라아제는 데님 표면의 셀룰로오스 미세섬유를 가수분해하여 인디고가 묻은 보풀을 제거하고 조절된 페이딩 효과를 만드는 데 도움을 줍니다.

綿セルロースは、非晶領域と結晶領域を併せ持つ不溶性基質です。セルラーゼはまずアクセスしやすい非晶質部分、繊維表面の乱れた部分、毛羽の付け根、摩擦で損傷した微細フィブリルなどに作用しやすくなります。原子間力顕微鏡を用いた綿繊維表面の研究では、セルラーゼ反応によって綿繊維表面の微細構造が変化することが観察されており、繊維全体を一様に分解するのではなく、表面トポグラフィーに依存して反応が進むことが示唆されています^[5]。

デニム衣料洗いで重要なのは、この酵素反応が洗濯機内の機械作用と結びつく点です。酵素が表面セルロース鎖の一部を切断すると、毛羽や突出繊維は強度を失い、回転、揉み、衝突、摩擦によって布表面から離れやすくなります。したがって、セルラーゼ処理は「化学的に全面を溶解する処理」

ではなく、「表面の弱いセルロース部位を酵素的に切り、機械洗浄で除去する処理」と理解する方が実態に近いです。不溶性セルロースに対する多酵素系の反応は非定常的で、基質表面への吸着、反応、生成物離脱、基質構造変化が同時に進みます^[6]。

セルラーゼ反応では、強く処理すれば常に良い結果になるわけではありません。表面毛羽の除去は外観と手触りを改善しますが、反応が進みすぎると重量低下、引張強度低下、縫製部の弱化、過度な色落ちにつながる可能性があります。純セルロース基質を用いた機構研究でも、セルラーゼ反応は基質の結晶性、アクセス性、酵素成分間の相互作用に左右されるため、反応結果は単純な時間依存だけでは説明できません^[7]。

中性セルラーゼと酸性セルラーゼの加工上の違い

中性セルラーゼは、中性付近の水系条件で機能するセルラーゼとして、デニム衣料洗いに用いられます。酸性セルラーゼは強いフェード感を得やすい場面で使われることがありますが、条件によってはバック染色、過剰な重量減少、手触りの荒れ、強度低下が課題になる場合があります。中性セルラーゼは、フェード効果を極端に追うよりも、毛羽低減、ソフトニング、色保持、表面平滑化を含む総合的な品質バランスを狙う工程に向いています。デニム研究では、酸性・中性セルラーゼ処理の違いが、強度、色保持、快適性などの品質指標に影響することが検討されています^[2]。



Figure 2. 의류 워싱 공정에서 중성 셀룰라아제는 데님 워싱액에 첨가되어 바이오 스톤워싱 효과, 부드러운 촉감, 국부적인 페이딩 효과를 구현합니다.

比較項目	中性セルラーゼ粉末	酸性セルラーゼ系処理	軽石主体のストーンウォッシュ
主な作用	中性付近で表面セルロースを酵素的に弱め、毛羽や微細繊維を除去しやすくする	酸性側でセルロース表面に作用し、強いフェード感を得やすい場合がある	軽石との衝突・摩擦で物理的に表面を摩耗させる
仕上がり傾向	ソフト感、表面平滑性、毛羽低減、比較的制御されたフェード	条件次第で明瞭な色落ち、強い当たり感	ランダムな摩耗感、立体的な当たり、粗いヴィンテージ感
生地への影響	適切に制御すれば風合いと強度のバランスを取りやすい	過処理時に重量減少や強度低下のリスク	生地損傷、縫製部摩耗、設備摩耗が起こりやすい
工程負荷	軽石依存を下げやすい	条件管理が重要	石の投入・除去・破砕片管理が必要
注意点	バック染色、反応過多、ロット差への配慮が必要	色落ちと強度のバランス管理が必要	固形廃棄物、排水負荷、機械摩耗が問題になり得る

中性セルラーゼと酸性セルラーゼのどちらが「常に優れている」とは言えません。濃色デニムで色保持と柔らかさを重視する場合、ヴィンテージ調で強い当たりを出す場合、薄地ストレッチデニムで生地強度を守りたい場合では、望ましい反応強度が異なります。セルラーゼ処理の結果は、織物構造、染色深度、前処理、洗い機の機械力、浴中の再付着挙動に左右されるため、酵素タイプの違いは工程全体の中で評価されます。綿布のセルラーゼ処理研究でも、処理条件によって染色性、仕上げ性、物性が変化することが報告されています^[8]。

バイオストーンング：軽石摩耗を酵素反応で補助する

バイオストーンングは、デニム表面のインディゴ層と綿セルロース表面を制御して変化させ、着古したような外観を出す加工です。セルラーゼが毛羽や表面フィブリルを弱め、洗浄中の機械作用でそれらが除去されると、インディゴが部分的に落ち、経糸の白芯や織物の凹凸が視覚的に強調されます。軽石を使う場合でも、セルラーゼを併用することで摩耗の一部を酵素反応に置き換えられ、石への依存を下げた設計が可能になります。微生物セルラーゼの産業応用レビューでは、デニム仕上げとバイオストーンングが繊維分野の主要用途として整理されています^[1]。

デニム加工では、フェードの強さだけでなく、バック染色の抑制が重要です。バック染色とは、洗浄液中へ出たインディゴや微細粒子が、白糸側やポケット袋布、淡色部分へ再付着し、濁った外観を生む現象です。セルラーゼ反応が強すぎると、表面から離脱する染料や微細繊維が増え、すすぎ

や分散が不十分な場合に白場が青くくすむことがあります。セルラーゼを使ったデニム洗いでは、
摩耗効果と再付着制御を同時に考える必要があると指摘されています^[9]。

バイオポリッシング：毛羽を減らし、表面を滑らかにする

バイオポリッシングは、綿やセルロース系繊維の表面に突き出した毛羽を酵素で弱め、洗浄中に取り除く仕上げです。デニムでは、毛羽が多いと色が白っぽく乱反射し、表面がざらつき、着用や洗濯でピリングが発生しやすくなります。中性セルラーゼ処理により、突出した微細繊維を減らすと、表面が均一に見え、手触りが滑らかになり、縫製後の衣料としての清潔感が向上します。リネン布の酵素ソフトニング研究でも、セルラーゼ処理は表面改質と柔軟性改善の観点から検討されています^[10]。

毛羽除去は、単なる外観改善ではありません。布表面の微細な凹凸が減ると、摩擦係数、汚れの付着、洗浄時の濡れ広がり、光の反射が変わります。綿布の清浄性に関する研究では、セルラーゼとカルボキシメチルセルロースの協同作用が布表面トポグラフィと汚れ除去性に影響することが検討されており、酵素処理が表面形状を介して機能品質に関与することが示されています^[11]。



Figure 3. 중성 셀룰라아제는 주로 데님 바이오 스톤워싱, 면 소재의 유연화, 표면 보풀 제거, 부식 사용량 감소에 사용됩니다.

ソフトニング：柔軟剤とは異なる「構造的な柔らかさ」

中性セルラーゼによるソフトニングは、柔軟剤のように繊維表面へ潤滑性成分を付着させるだけの処理ではありません。セルラーゼは表面の硬い毛羽、突出フィブрил、絡み合った微細繊維を弱めて除去しやすくするため、布の表面摩擦と曲げ感が変わります。結果として、手で触れたときのざ

らつきが減り、着用時に肌へ当たる感触が柔らかくなります。綿織物の寸法安定性研究でも、セルラーゼ処理が綿布の物性改善に關与することが検討されています^[12]。

柔らかさを得るには、酵素反応だけでなく、洗い機内の機械力も重要です。酵素が切断した表面繊維が浴中へ離脱しなければ、毛羽の除去や滑らかさの改善は限定的になります。一方、機械力が強すぎると、酵素反応で弱くなった部位に過剰な摩耗が加わり、強度低下や縫い目の損傷が起りやすくなります。超音波とセルラーゼを組み合わせた綿布ソフトニング研究では、物理的エネルギーと酵素作用の相乗効果が仕上げ結果に影響することが報告されています^[13]。

綿セルロース表面で起こる微細構造変化

綿繊維は、外側からクチクル、一次壁、二次壁へと続く階層構造を持ち、セルロース微細繊維が配向しています。デニムの洗い加工では、酵素が繊維内部まで均一に侵入するのではなく、まず布表面、糸表面、毛羽の根元、染色・摩擦で傷んだ部位に接触します。このため、セルラーゼ処理の効果は「布の表面積」「毛羽の量」「織物の凹凸」「糸の撚り」「染色層の状態」に強く依存します。アルカリ性Bacillus由来セルラーゼの研究でも、結晶性セルロースへの作用性が評価されており、酵素の種類と基質構造の關係が繊維応用で重要であることが示されています^[14]。

セルラーゼ処理後の布では、表面毛羽が少なくなり、糸の輪郭がより明瞭に見えることがあります。濃色デニムでは、表面の余分な毛羽が消えることで色が深く見える場合もあれば、バイオストーンニング条件ではインディゴが落ちて明るく見える場合もあります。この一見逆の結果は、セルラーゼが「色を直接漂白する」のではなく、セルロース表面と染料が存在する物理的位置を変えるために起こります。セルラーゼ反応の機構研究では、セルロース分解が吸着、鎖切断、生成物放出、基質表面の再編成を伴う過程として扱われています^[7]。

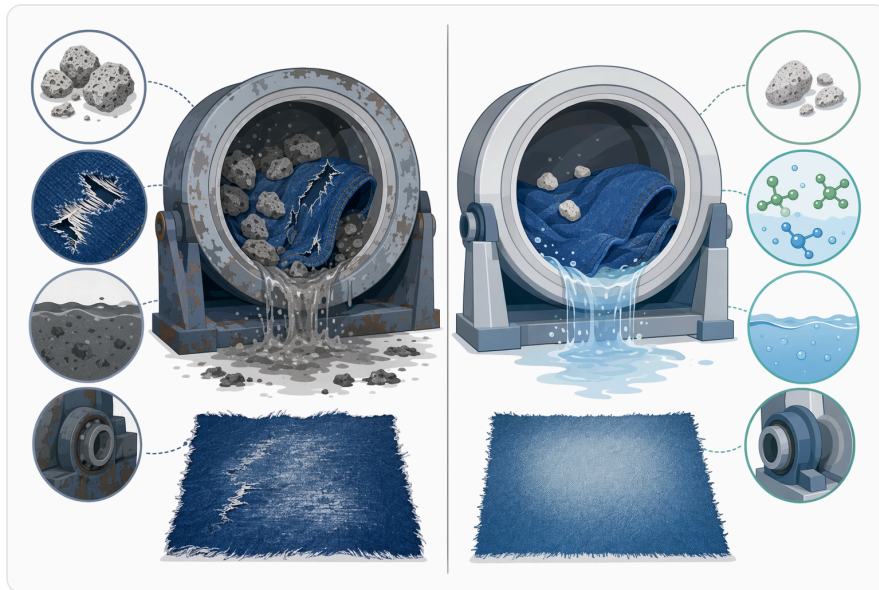


Figure 4. 부석만을 이용한 마모 처리와 비교할 때, 중성 셀룰라아제 바이오워싱은 석재 손상을 줄이고 고형 폐기물을 낮추면서도 데님의 페이딩을 조절해 구현할 수 있습니다.

加工品質に影響する主な変数

中性セルラーゼ粉末の性能は、酵素そのものだけで決まりません。デニムの綿混率、ストレッチ糸の有無、染色濃度、糊抜き状態、縫製後の洗いか反物洗いか、洗い機の容量と回転条件、浴比、温度帯、処理時間、pH帯、すすぎ、後処理がすべて仕上がりに影響します。セルラーゼを含む綿の前処理・染色研究では、酵素処理の条件が染色性や物性に影響することが示されており、酵素工程は単独工程ではなく全体工程の一部として設計されます^[9]。

特にデニム衣料では、縫い目、ポケット、ベルトループ、裾、ヒゲ加工部分など、厚みと摩擦の集中する部位で局所的な反応差が出やすくなります。セルラーゼ処理により表面が弱まった状態で強い機械力が加わると、突起部や縫製段差で当たりが強くなります。これは望ましいヴィンテージ感につながる場合もありますが、過度であれば破れ、糸切れ、寸法変化の原因になります。デニムの酵素処理研究では、機械的・化学的性質への影響が評価されており、外観と強度の両面を考慮する必要があります^[2]。

セルラーゼ処理は、前工程の糊抜きや精練状態にも影響されます。表面に糊剤、ワックス、油剤、過剰な柔軟剤、未除去の不純物が残ると、酵素がセルロースへ接触しにくくなり、反応ムラが生じることがあります。綿布の酵素精練研究では、ペクチナーゼ、プロテアーゼ、リパーゼ、セルラーゼなどが綿表面の非セルロース成分に関与する機構が検討されており、繊維表面の清浄化が後続工程に影響することが示されています^[15]。

中性セルラーゼ粉末の用途別整理

用途	目的	セルラーゼの主な働き	期待される仕上がり	注意すべき品質項目
デニム衣料のバイオストーンニング	自然なフェード、当たり感の付与	インディゴを含む表面セルロース繊維を弱め、洗浄中に除去しやすくする	着古した外観、ソフトな手触り、軽石依存の低減	過度な色落ち、バック染色、縫製部損傷
バイオポリッシング	毛羽・ピリングの低減	突出した微細繊維を切断し、表面を平滑化する	滑らかな表面、光沢感、清潔な外観	反応不足による毛羽残り、過反応による強度低下
ソフトニング	着用快適性の改善	表面の硬い繊維を減らし、曲げ・摩擦感を変える	柔らかい風合い、肌当たり改善	寸法変化、重量低下
ストーンウォッシュ補助	軽石処理の負荷低減	物理摩耗前後に表面を酵素的に弱める	摩耗感の調整、工程負荷の低減	石傷、局所摩耗、排水中固形分
濃色デニムの表面調整	ざらつき抑制と色の見え方調整	毛羽を減らし、表面反射を整える	深みのある見え方、均一感	色保持、白場汚染

このように、中性セルラーゼ粉末は一つの効果だけを狙う材料ではなく、デニムの外観、触感、表面清浄性、工程負荷を同時に調整するための酵素助剤です。セルラーゼが繊維産業で広く使われる理由は、セルロース表面に直接作用でき、比較的穏やかな水系条件で加工効果を得られる点にあります。微生物セルラーゼの研究動向でも、繊維、洗剤、紙パルプなど複数分野での応用が整理されています^[1]。

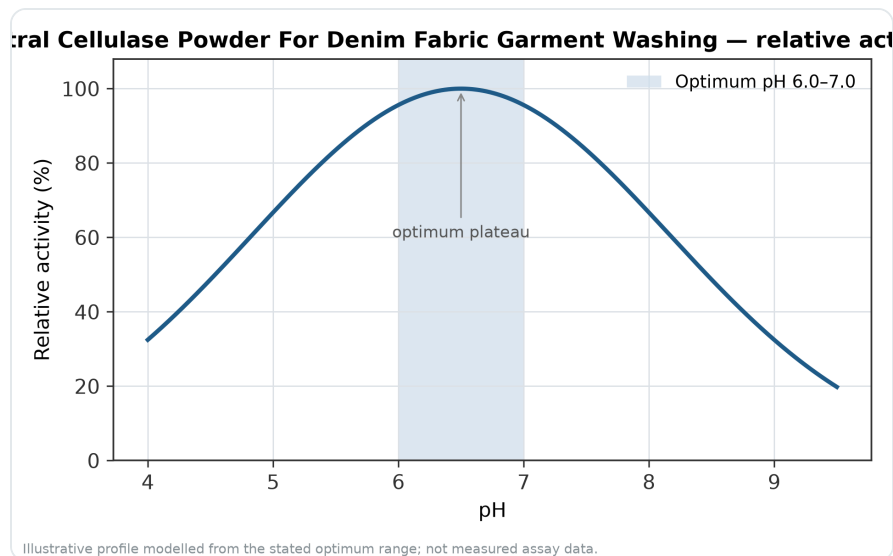


Figure 5. pH에 따른 데님 원단 의류 워싱용 중성 셀룰라아제 분말의 상대 활성으로, pH 6.0~7.0에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

環境面での位置づけ：薬品削減だけでなく、工程設計の改善

酵素加工はしばしば「環境配慮型」と表現されますが、その意味は単に天然由来ということではありません。セルラーゼは触媒として働き、比較的穏やかな条件でセルロース表面を改質できるため、強い酸化剤、過剰な機械摩耗、大量の軽石に頼る工程を部分的に置き換えられる可能性があります。繊維湿式加工の研究では、酵素技術が水使用、エネルギー使用、化学薬品負荷、排水負荷の低減に貢献し得るグリーン加工として検討されています^[16]。

ただし、酵素を使えば自動的に環境負荷が下がるわけではありません。処理後のすすぎ、酵素の失活、染料や微細繊維を含む排水、再付着防止、後加工剤の使用量などを含め、工程全体で評価する必要があります。デニムのグリーン湿式加工研究では、酵素、オゾン、レーザーなどの代替技術が生地物性と環境負荷の両面から比較されており、単一技術ではなく組み合わせによる最適化が重要とされています^[3]。

強度、重量、寸法安定性への影響

セルラーゼはセルロースを分解する酵素であるため、適切な範囲では表面改質に寄与しますが、過剰に作用すると繊維そのものの強度へ影響します。特に薄地デニム、ストレッチデニム、硫化染料を併用した濃色品、摩耗加工済みの衣料では、反応過多による破れや寸法変化が起こりやすくなります。綿布のセルラーゼ処理に関する研究では、寸法安定性や布物性に対する酵素処理の影響が評価されており、表面品質と機械的性質は同時に管理されるべき項目です^[12]。

重量変化は、セルラーゼ処理の進行度を反映する代表的な品質変化の一つです。表面毛羽や微細繊維が除去されれば、布重量はわずかに減る方向へ動きますが、それが大きすぎる場合は強度低下の兆候になることがあります。デニムの酵素処理研究では、処理条件によって機械的性質や化学的性質が変化することが示されており、柔らかさやフェード感だけを見て工程を判断するのは不十分です^[2]。

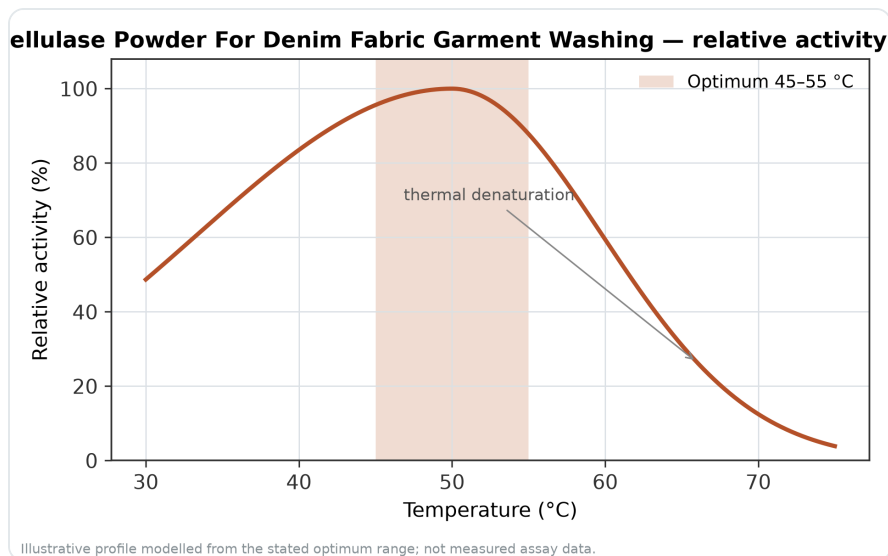


Figure 6. 온도에 따른 데님 원단 의류 워싱용 중성 셀룰라아제 분말의 상대 활성으로, 45~55° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘어서면 열 변성에 따른 특유의 활성 저하가 나타납니다.

寸法安定性についても、セルラーゼ処理は二面的です。表面毛羽が減ることで摩擦や収縮挙動が安定する場合がある一方、布構造が緩んだり、後続の機械処理が強すぎたりすると、縮みやねじれに影響します。綿布の寸法安定性改善に関する研究では、セルラーゼ処理が寸法変化と布特性に関係することが検討されており、酵素処理は仕上げ工程全体の中で評価する必要があります^[12]。

バック染色と色調管理

デニム洗いでセルラーゼを使う際、色落ちだけでなく、落ちた色がどこへ行くかが重要です。インディゴは水に完全に溶ける染料ではなく、洗浄中に微細粒子や繊維片とともに浴中へ移動します。これが白糸やポケット布へ再付着すると、白場が青く濁り、コントラストが失われます。セルラーゼが表面セルロースを弱めるほど、浴中へ出る染料・繊維片の量が増える可能性があるため、フェード効果とバック染色抑制は常に対で考える必要があります^[9]。

中性セルラーゼは、酸性側で強く色を落とす設計に比べ、コントロールされた表面改質を狙いやすい選択肢です。とはいえ、デニムの染色深度、糸の白芯の出方、前洗い状態、機械力、後すすぎの設計によって、色調は大きく変わります。セルラーゼは漂白剤ではないため、色を化学的に脱色す

るのではなく、染料を保持した表面セルロースの脱離を促すことで色変化を生みます。この違いを理解すると、過度な白化を求める工程と、表面の清潔感を高める工程を分けて設計しやすくなります[5]。

他の湿式加工との組み合わせ

デニム衣料洗いでは、セルラーゼ処理だけで最終品質を作ることは少なく、糊抜き、洗浄、酵素処理、すすぎ、柔軟仕上げ、乾燥、場合によってはオゾン、レーザー、樹脂加工、顔料加工などと組み合わせられます。セルラーゼはセルロース表面に作用するため、前工程で糊剤や油剤が十分に除去されていないと効果が乱れます。一方、後工程で柔軟剤を使う場合は、酵素による構造的な滑らかさと、柔軟剤による表面潤滑が重なって最終風合いを形成します。綿布の前処理研究でも、前処理方法が染色性と環境負荷に影響することが報告されています[9]。

セルラーゼは、綿以外の素材を含む混紡デニムでは作用の見え方が異なります。ポリエステル混、ポリウレタン混、再生セルロース混では、酵素が主にセルロース部分へ作用する一方、非セルロース成分の弾性、熱履歴、機械的疲労が仕上がりに影響します。セルラーゼがポリウレタンを分解する目的で使われるわけではないため、ストレッチ性や回復性は、繊維構成と洗い条件全体で管理されます。繊維加工における酵素応用のレビューでも、酵素は対象基質に応じて選択され、工程条件と素材構成により効果が変わることが整理されています[1]。

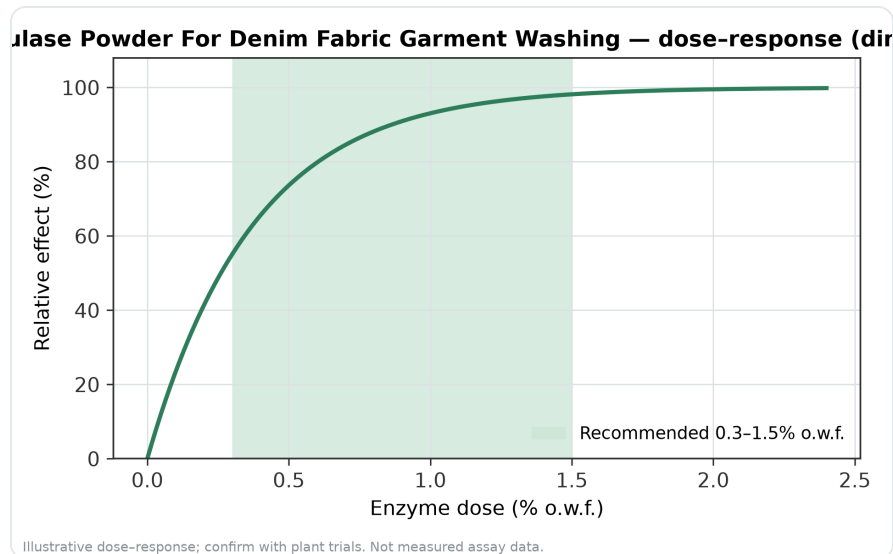


Figure 7. 권장 사용 범위(원단 중량 대비 0.3~1.5%)에서 데님 원단 의류 위싱용 중성 셀룰라아제 분말의 용량-반응 관계를 예시한 그림입니다.

Enzymes.bio製品としての位置づけ

Enzymes.bio の Neutral Cellulase Powder for Denim Fabric Garment Washing は、デニム衣料洗いにおける中性セルラーゼ処理を目的とした粉末酵素製品です。主な用途は、デニムのバイオストリーニング、バイオポリッシング、ソフトニング、表面毛羽低減、風合い調整、軽石依存を下げたウォッシュ加工です。Enzymes.bio は供給業者であり、製造業者または研究機関としての立場ではなく、公開研究で示されているセルラーゼの一般的な技術背景と、オンライン販売される製品情報を分けて提示しています。

本製品は1 kg単位でオンライン直接購入できます。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されるため、受領後の保管、安全取扱い、製品確認に必要な基本文書を同時に参照できます。ここで説明した作用機序や用途は、公開文献に基づくデニム加工におけるセルラーゼの技術的背景であり、特定の生地、洗い機、工程条件で同一の仕上がりを保証するものではありません。

実務上の期待値：何が改善し、何は工程依存か

中性セルラーゼ粉末に期待できる代表的な改善は、毛羽の低減、表面平滑性の向上、柔らかい手触り、自然なフェード、軽石使用に伴う負荷の低減です。これらは、セルラーゼがセルロース表面に作用し、機械洗浄によって弱くなった繊維が除去されることで説明できます。セルラーゼを使った繊維仕上げは、バイオポリッシングやデニム仕上げを含む実用分野で広く検討されており、微生物セルラーゼの主要な産業用途として認識されています^[1]。

一方、仕上がりの色相、白場の鮮明さ、当たりの強さ、重量変化、引張強度、寸法安定性は工程依存です。セルラーゼは反応を開始する触媒ですが、デニム洗いでは機械力、浴中分散、染料再付着、すすぎ、後仕上げが最終品質を左右します。したがって、中性セルラーゼ粉末は「単独で完成外観を作る材料」ではなく、デニム湿式加工の中で、表面セルロース改質を担う機能成分として理解するのが適切です。セルラーゼ処理が綿布の仕上げ性や染色性に影響することは複数の研究で示されており、工程全体の設計が品質を決めます^[8]。

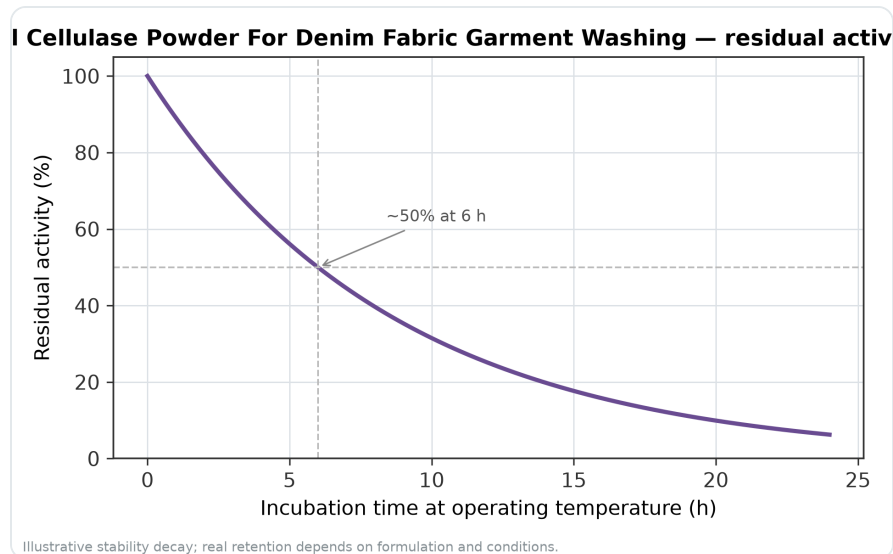


Figure 8. 작업 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 데님 원단 의류 워싱용 중성 셀룰라아제 분말의 열 안정성 저하를 예시한 그림입니다.

まとめ：中性セルラーゼ粉末はデニム表面を制御して洗うための酵素助剤

Neutral Cellulase Powder for Denim Fabric Garment Washing は、デニム衣料洗いで綿セルロース表面を酵素的に改質し、ソフトニング、毛羽低減、バイオポリッシング、バイオストーンングを支援する中性セルラーゼ粉末です。セルラーゼはエンドグルカナーゼ、セロビオヒドロラーゼ、 β -グルコシダーゼなどの協調作用によりセルロース鎖へ作用し、デニム表面では微細繊維の弱化と除去を通じて風合いと外観を変化させます^[4]。

この酵素処理の価値は、強い薬品処理や軽石主体の摩耗に過度に頼らず、表面改質を比較的穏やかな水系工程で行える点にあります。ただし、セルラーゼはセルロースを分解するため、過処理は重量低下、強度低下、過度な色落ち、バック染色につながる可能性があります。したがって、中性セルラーゼ粉末は、フェード感を追求する材料ではなく、デニム衣料の外観、手触り、表面品質、工程負荷をバランスよく調整するための実務的な酵素助剤として位置づけられます^[2]。

Enzymes.bio は本製品を1 kg単位でオンライン直接販売する供給業者です。CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。デニム加工で中性セルラーゼを使う意義は、公開研究で示されているセルロース表面改質の機構を、衣料洗いの実務に応用し、ソフトな風合い、なめらかな表面、制御されたフェード、軽石負荷の低減を現実的に狙える点にあります。

Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washingをオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

[Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washingを購入 →](#)

参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Sutaoney, P., Rai, S., Sinha, S., Choudhary, R., Gupta, A., Singh, S. K., & Banerjee, P. (2024). Current perspective in research and industrial applications of microbial cellulases. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130639 .
2. Saleh, S., El-Sayed, I. M., & El-Shikh, A. (2012). Investigating the Impact of Enzymatic Treatment on Mechanical and Chemical Properties of Denim Fabrics. *Research journal of textile and apparel*, 16, 111-117.
3. Marzoug, I. B., & Sakli, F. (2025). Green wet processing: effects on denim fabric properties. *Environmental science and pollution research international*, 32, 26393 - 26414.
4. Wood, T., McCrae, S. I., & Bhat, K. (1989). The mechanism of fungal cellulase action. Synergism between enzyme components of Penicillium pinophilum cellulase in solubilizing hydrogen bond-ordered cellulose. *Biochemical Journal*, 260 1, 37-43 .
5. Lee, I., Lee, I., Evans, B., & Woodward, J. (2000). The mechanism of cellulase action on cotton fibers: evidence from atomic force microscopy. *Ultramicroscopy*, 82 1-4, 213-21 .
6. Aa, K., & Slu, G. (1982). [Non-steady state kinetics for action of a multienzyme cellulase system toward insoluble cellulose]. *Biochemistry*, 47, 240.
7. Gupta, R., & Lee, Y. (2009). Mechanism of cellulase reaction on pure cellulosic substrates. *Biotechnology and Bioengineering*, 102.
8. Ibrahim, N., Fahmy, H., Hassan, T., & Mohamed, Z. (2005). Effect of cellulase treatment on the extent of post-finishing and dyeing of cotton fabrics. *Journal of Materials Processing Technology*, 160, 99-106.
9. Fakin, D., Golob, D., & Stjepanovic, Z. (2008). The Effect of Pretreatment on the Environment and Dyeing Properties of a Selected Cotton Knitted Fabric. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*.
10. Koksharov, S., Bikbulatova, A., Kornilova, N., Aleeva, S., Lepilova, O., & Nikiforova, E. (2022). Justification of an approach to cellulase application in enzymatic softening of linen fabrics and clothing.

Textile research journal, 92, 4208 - 4229.

11. Calvimontes, A., Lant, N., & Dutschk, V. (2011). Cooperative Action of Cellulase Enzyme and Carboxymethyl Cellulose on Cotton Fabric Cleanability from a Topographical Standpoint. *Journal of Surfactants and Detergents*, 14, 307-316.
12. Cavaco - Paulo, A. (2001). Improving Dimensional Stability of Cotton Fabrics with Cellulase Enzymes. *Textile Research Journal*, 71, 842 - 843.
13. Chengcheng, P. (2008). Effect of synergistic treatment of ultrasonic and cellulase on super-softening finishing of yarn-dyed cotton fabric.
14. Caparrós, C., López, C., Torrell, M., Lant, N., Smets, J., & Cavaco-Paulo, A. (2012). Treatment of cotton with an alkaline *Bacillus spp* cellulase: Activity towards crystalline cellulose. *Biotechnology Journal*, 7.
15. Sae-be, P. (2006). Mechanism of enzymatic scouring on cotton fabric using pectinase, protease, lipase and cellulase.
16. Mojsov, K. (2018). Enzymatic scouring and bleaching of cotton terry fabrics – opportunity of the improvement on some physicochemical and mechanical properties of the fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 15, 740 - 751.

Enzymes.bioへお問い合わせ

ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール wholesale@enzymes.bio

電話（米国） **+1 (507) 428-6057**

[お問い合わせ →](#)

 **400+** B2B顧客

 **60+** 大学研究パートナー

 **54** 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用 · 食品加工用酵素の供給 · 人の摂取用または小売販売用ではありません。