

# Alkaline Cellulase For Laundry Detergents : 洗濯洗剤用アルカリセルラーゼによる綿繊維ケアと外観維持

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

Alkaline Cellulase For Laundry Detergents は、アルカリ性の洗濯環境で綿・綿混紡繊維の表面フィブリルや毛羽に作用し、くすみ、ざらつき、ピリング感、濃色衣類の白っぽさを抑えるために使われるファブリックケア酵素です。汚れを直接分解する主役というより、繊維表面を滑らかに整えることで、明るさ、手触り、色の見え方、衣類の外観維持を支援します。Enzymes.bio は本酵素を製造する研究機関ではなく、洗濯洗剤用途向け酵素をオンラインで供給するサプライヤーであり、本製品は 1 kg 単位で直接購入できます。

## 洗濯用アルカリセルラーゼとは何か

洗濯用アルカリセルラーゼは、セルロースの  $\beta$ -1,4-グルカン鎖に作用するセルラーゼ系酵素のうち、洗剤で一般的な中性からアルカリ性の水相で機能しやすいタイプを指します。綿繊維はセルロースを主成分とするため、セルラーゼは綿・綿混紡の布地表面に生じた微細なセルロース性フィブリルを選択的に処理する目的で配合されます。洗濯用洗剤におけるセルラーゼの価値は、セルロースを大量に分解することではなく、表層の毛羽や微細なほつれを穏やかに減らして、繊維表面の光学的・触覚的な状態を改善する点にあります<sup>[1]</sup>。

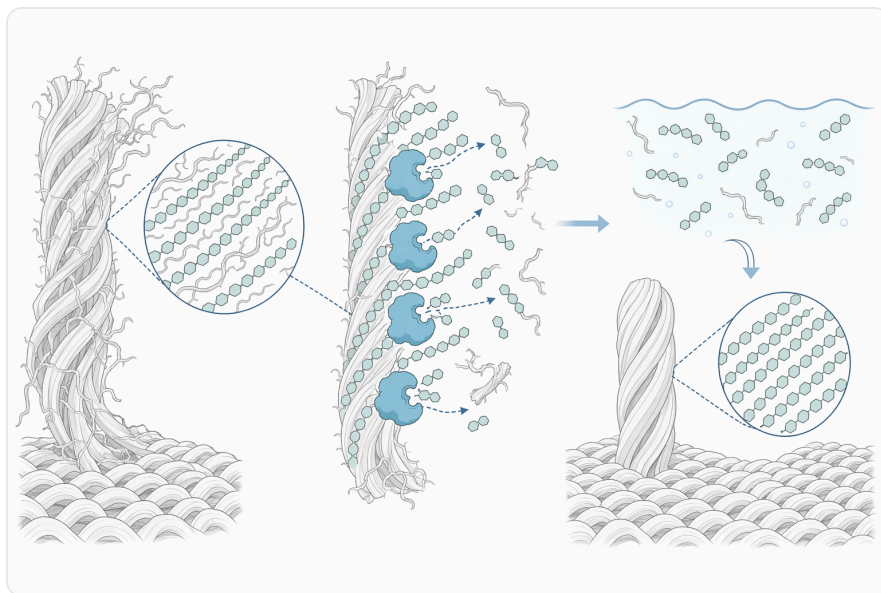
セルラーゼには、セルロース鎖の内部結合を切断するエンドグルカナーゼ、鎖末端から作用するエキソ型酵素、低分子オリゴ糖に作用する  $\beta$ -グルコシダーゼなど、複数の機能分類があります。洗濯用途で特に説明しやすいのは、表面に露出した非晶性または損傷を受けたセルロース領域にエンドグルカナーゼ様の作用が及び、繊維本体に強い損傷を与えるのではなく、表層の細かいフィブリルを水流や機械力で除去されやすい状態にするという機序です。セルラーゼの一種であるエンドグルカナーゼの機能解析では、 $\beta$ -グルカン系基質への作用や熱安定性など、セルロース関連基質に対する酵素反応の基礎が示されています<sup>[2]</sup>。

この酵素が「アルカリセルラーゼ」と呼ばれる理由は、洗濯液がしばしばアルカリ側に設計されるためです。洗剤用途の酵素には、界面活性剤、ビルダー、キレート剤、香料、防腐系成分、場合によっては漂白系成分などが存在する複雑な処方中で、一定時間機能を維持することが求められま

す。リパーゼやプロテアーゼなど他の洗剤酵素の研究でも、アルカリ耐性、温度耐性、界面活性剤との共存性が洗剤添加酵素としての重要条件として扱われています<sup>[3]</sup>。

## 洗剤中での主な役割：汚れ分解ではなくファブリックケア

アルカリセルラーゼの第一の役割は、血液、卵、汗、皮脂、調理油、でんぷん糊のような汚れを直接分解することではありません。タンパク質汚れにはプロテアーゼ、油脂汚れにはリパーゼ、でんぷん汚れにはアミラーゼが中心的に使われます。一方でセルラーゼは、綿繊維表面のセルロース性毛羽を処理し、布地の見た目と触感を改善する「ファブリックケア酵素」として位置付けられます。衣類ケア添加剤の研究でも、洗浄後の布地の手触り、外観、再汚染挙動など、単純な汚れ除去以外の性能が重要な設計対象になっています<sup>[4]</sup>。



**Figure 1.** 알칼리성 셀룰라아제는 의류 전체를 분해하기보다는 먼 표면에서 접근 가능한 셀룰로오스 미세섬유에 작용합니다.

綿衣類を繰り返し着用・洗濯すると、摩擦、ねじれ、機械力、乾燥工程により表面の細い繊維が立ち上がります。この表面毛羽は光を乱反射し、白物では灰色がかったくすみとして、濃色衣類では白っぽい退色感として認識されます。セルラーゼが表層フィブリルに作用すると、立ち上がった微細繊維が短くなったり、洗濯中に脱落しやすくなったりするため、光の散乱が減り、色の深みや明るさが改善されたように見える場合があります<sup>[1]</sup>。

手触りの改善も同じ機序で説明できます。表面に細かな毛羽が多い布地は、指先で触れたときにざらつきや引っかかりを感じやすくなります。セルラーゼ処理によって表層の不規則なフィブリルが減ると、接触面がより均一になり、柔らかく滑らかな触感につながります。これは柔軟剤のように繊維表面へ潤滑性成分を付与する作用とは異なり、セルロース性表面そのものを酵素的に整える点が特徴です<sup>[1]</sup>。

## 作用機序を分子レベルで見る

綿繊維のセルロースは、結晶性領域と非晶性領域を含む多層的な構造を持ちます。通常の洗濯条件でセルラーゼが狙うのは、繊維の芯部ではなく、摩擦で外側に露出した細いフィブリル、非晶性が高い表層、損傷を受けて酵素が接近しやすい部分です。酵素の触媒部位がセルロース鎖に結合し、グリコシド結合を局所的に切断すると、フィブリルの機械的なつながりが弱まり、洗濯中の攪拌とすすぎによって除去されやすくなります<sup>[2]</sup>。

この過程は「布を溶かす」反応ではありません。洗剤中のセルラーゼは、処方濃度、洗濯時間、温度、pH、水量、布量、機械力が限られた条件で作用します。そのため、適切な用途では布地全体のセルロースを深く分解するのではなく、表面に突き出た反応しやすい部分を優先的に整える方向で働きます。ただし、処方条件や接触条件が過度になるとセルロース繊維への作用が強くなり得るため、セルラーゼは「外観維持に有用だが、作用対象は衣類そのものでもある酵素」として扱う必要があります<sup>[1]</sup>。

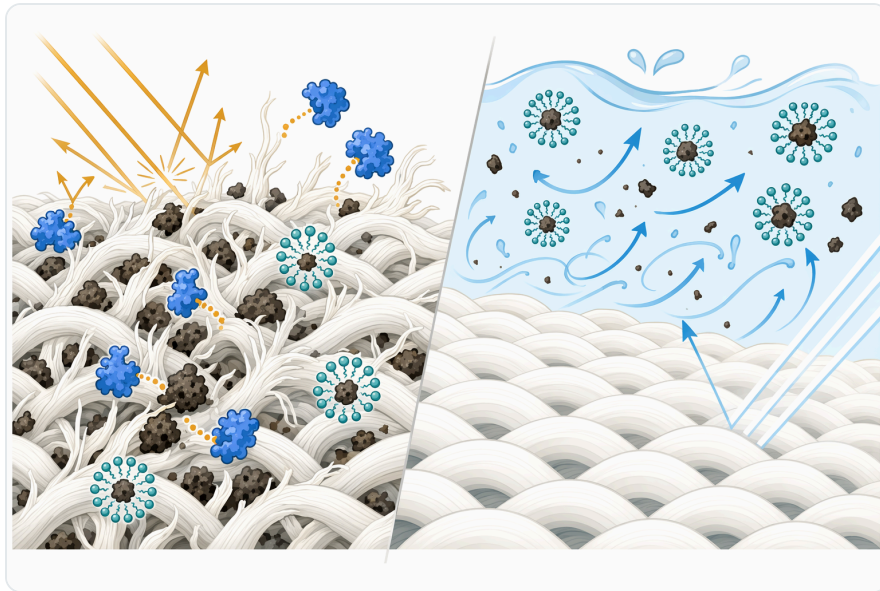


Figure 2. 솟아오른 면 섬유를 다듬으면 착용으로 마모된 면 표면에서 물리적인 오염물 보유와 빛 산란이 줄어듭니다.

アルカリ条件で酵素が機能するには、タンパク質構造が洗濯液中で急速に崩れないことが重要です。洗剤酵素研究では、アルカリ環境、温度、界面活性剤、金属イオン、キレート剤などが酵素の立体構造や活性保持に影響することが繰り返し示されています。たとえば洗剤向けリパーゼの評価研究では、アルカリ性と耐熱性を備えた微生物酵素が洗剤処方への添加候補として検討されています<sup>[5]</sup>。

## 多酵素洗剤の中での位置付け

現代の洗濯洗剤では、複数の酵素を組み合わせることで汚れの種類と布地ケアの両方に対応する設計が一般的です。アルカリセルラーゼは其中で、プロテアーゼやリパーゼと競合するのではなく、異なる基質を担当します。洗剤用プロテアーゼの研究でも、洗濯用途では酵素生産性や処方適合性だけでなく、より持続可能な洗浄性能の実現が重要なテーマになっています<sup>[6]</sup>。

酵素クラス	主な作用対象	洗濯で期待される役割	セルラーゼとの違い
プロテアーゼ	血液、汗、卵、乳、草汁などのタンパク質汚れ	タンパク質を低分子化し、界面活性剤で除去しやすくする	汚れ分解が主目的
リパーゼ	皮脂、食用油、化粧品油脂	油脂を加水分解し、油性汚れの除去を補助	油脂基質に作用
アミラーゼ	米、麺、ソース、でんぷん糊	でんぷんを分解し、食品系汚れを落とすしやすくする	多糖汚れに作用するが繊維表面ケアではない
セルラーゼ	綿表面のセルロース性毛羽、フィブリル	くすみ、ざらつき、ピリング感、色の白っぽさを抑える	ファブリックケアが中心
マンナナーゼ等	ガム、増粘多糖、食品由来多糖	特定の粘性汚れを分解	布地表面ではなく汚れ基質に作用

この比較から分かるように、セルラーゼは「洗浄力を補助する酵素」であると同時に、「洗濯後の衣類の見え方を変える酵素」です。洗浄試験で汚染布の反射率だけを見ていると、セルラーゼの価値を過小評価することがあります。実際には、繰り返し洗濯後の毛羽量、濃色布の白化感、布地のなめらかさ、外観のリニューアル感といった評価軸で差が出やすい酵素です<sup>[1]</sup>。



Figure 3. 산성, 중성, 알칼리성 셀룰라아제는 주로 셀룰로오스 표면에서의 활성이 가장 잘 나타나는 pH 환경이 다릅니다.

## 洗濯用処方で重視される適合性

洗剤中の酵素は、水だけに溶かして使われるわけではありません。界面活性剤は汚れを可溶化・乳化・分散する一方で、タンパク質である酵素の立体構造に影響することがあります。pH、塩濃度、キレート剤、香料、溶剤、漂白系成分の存在も、酵素の安定性と反応性を左右します。天然リポペプチド界面活性剤であるサーファクチンの pH 依存的な構造変化がプロテアーゼ活性へ影響する研究は、界面活性成分と酵素機能の関係が単純ではないことを示す一例です<sup>[7]</sup>。

アルカリセルラーゼの場合、処方内で求められるのは、洗濯液中で短時間機能することと、保管中に過度に失活しにくいことです。粉末洗剤では水分、温度、酸化成分との距離、造粒状態などが関係し、液体洗剤では水活性、pH、溶剤、界面活性剤、酵素間相互作用が関係します。これはセルラーゼに限らず洗剤酵素全般に共通する課題であり、洗剤向けリパーゼやケラチナーゼの評価研究でも、洗剤成分との共存性が応用可否の重要な観点として扱われています<sup>[8]</sup>。

ただし、洗剤処方での最終性能は酵素単体だけでは決まりません。綿の種類、糸構造、編織、染色、樹脂加工、柔軟剤残留、洗濯機の機械力、水硬度、洗濯時間、乾燥方式が結果を変えます。したがってアルカリセルラーゼは、あらゆる処方・あらゆる布地で同一の外観改善を保証する万能添加剤ではなく、綿系素材の表面ケアを狙う処方設計において有効性を発揮しやすい酵素原料として理解するのが適切です<sup>[1]</sup>。

## 綿・綿混紡衣類で期待される効果

白物綿衣類では、セルラーゼによる表面毛羽低減が明るさ維持に寄与します。汚れが完全に落ちていても、表面フィブリルが増えると布地は灰色がかって見えることがあります。セルラーゼはこの毛羽由来の光散乱を減らす方向に働くため、洗濯後の白さや清潔感の見え方を支援します。洗濯用アルカリセルラーゼの応用資料でも、布地洗浄とケアの文脈で、表面繊維の処理と外観改善が主要な利用価値として説明されています<sup>[1]</sup>。



**Figure 4.** 알칼리성 셀룰라아제가 세탁에서 제공하는 주요 이점은 면을 더 밝아 보이게 하고, 입자성 오염물 제거를 개선하며, 보풀 발생을 줄이고, 촉감을 더 매끄럽게 하며, 면 함량이 높은 직물 관리 효과를 뒷받침한다는 점입니다.

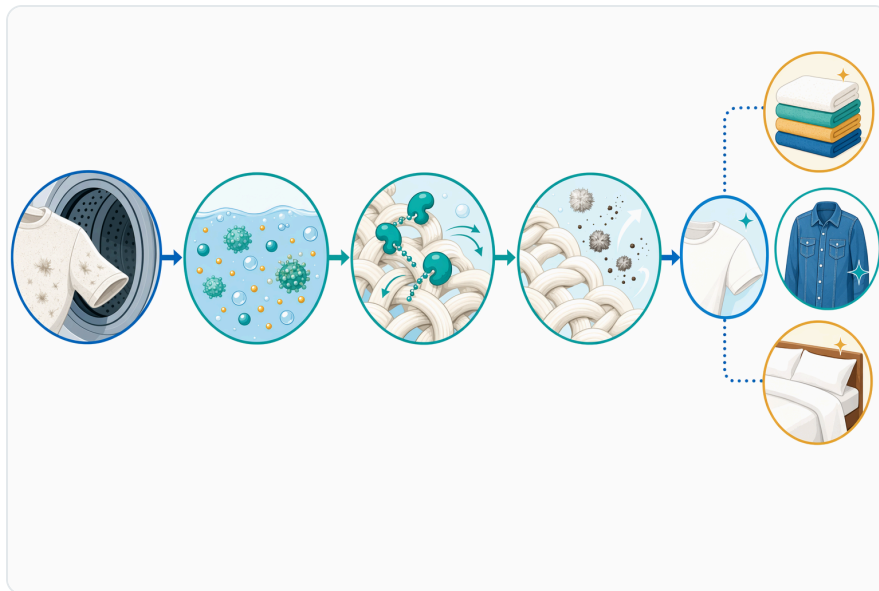
濃色衣類では、黒、紺、深緑、濃赤などの表面に白っぽい毛羽が立つと、実際の染料濃度以上に色あせた印象になります。セルラーゼは染料そのものを濃くするわけではありませんが、表面で光を散乱させるセルロース性フィブリルを減らすことで、色の深みが戻ったように感じられる場合があります。このため、色柄物向け洗剤、黒物衣類向け洗剤、プレミアム衣類ケア洗剤で、セルラーゼは明確な差別化要素になり得ます<sup>[1]</sup>。

タオル、Tシャツ、シャツ、肌着、シーツ、ホテルリネンのように繰り返し洗濯される綿製品では、毛羽立ち、ざらつき、くすみが蓄積しやすくなります。セルラーゼは新品時の状態を完全に復元するものではありませんが、表面の不規則な微細繊維を抑えることで、使用感の低下を緩和する方向に働きます。繊維ケア添加剤の研究領域でも、繰り返し使用される布地の外観と触感を維持することは、洗浄処方の重要な価値として扱われています<sup>[4]</sup>。

## アルカリセルラーゼと持続可能な洗濯設計

酵素配合洗剤の利点の一つは、低温または穏やかな洗浄条件でも性能を引き出しやすくする点です。高温、強いアルカリ、強い酸化剤だけに頼る洗浄では、エネルギー消費や布地への負荷が増えやすくなります。酵素は特定基質に選択的に作用するため、洗剤処方全体の化学的負荷を抑えながら、汚れ除去や布地ケアを補助する設計に組み込みやすい素材です。サポニン抽出液と酵素ビーズを組み合わせた持続可能な洗濯用バイオ洗剤の研究も、酵素を含む洗浄システムが環境配慮型処方の一部として検討されていることを示しています<sup>[9]</sup>。

ただし、セルラーゼ単独で環境負荷低減を断定することはできません。実際の環境影響は、界面活性剤の種類、洗濯温度、すすぎ水量、洗濯機効率、処方濃度、包装、輸送、使用者の洗濯習慣まで含めて決まります。セルラーゼの持続可能性上の価値は、低温洗濯を支援し、布地の外観維持によって衣類を長く使いやすくする可能性がある点にあります。これは洗浄力だけでなく、衣類寿命や消費者の買い替え行動にも関係する実用的な視点です<sup>[9]</sup>。



**Figure 5.** 세제에 사용될 때 알칼리성 셀룰라아제는 제품 제형 내에서 안정성을 유지하고, 세탁수에 분산되며, 먼 표면과 접촉하고, 세탁 중 기계적 교반 및 헹굼과 함께 작용해 느슨해진 섬유와 오염물을 제거해야 합니다.

## 産業用途：家庭用から業務用ランドリーまで

家庭用洗濯洗剤では、アルカリセルラーゼは標準洗剤、色柄物洗剤、濃色衣類向け洗剤、プレミアム衣類ケア洗剤に適しています。特に、汚れ落ちの訴求だけでは差別化しにくい市場では、「明るさ維持」「なめらかな手触り」「くすみ低減」「衣類を長くきれいにさせる」といったベネフィットを支える成分として使いやすい酵素です。Enzymes.bio の洗濯用酵素カテゴリでも、洗剤向け酵素は複数の基質と機能に分けて扱われています。

業務用ランドリーでは、ホテルリネン、ユニフォーム、作業服、タオルなど、同じ布地を高頻度で洗うため、外観維持の意味がさらに大きくなります。汚れが落ちても、表面毛羽、くすみ、手触りの劣化が進むと、リネンの交換頻度や顧客満足度に影響します。セルラーゼを含む酵素系洗剤は、プロテアーゼやリパーゼによる汚れ除去と組み合わせることで、洗浄後の外観品質を支える処方要素になります<sup>[1]</sup>。

繊維加工分野では、セルラーゼはバイオポリッシングにも用いられます。これは洗濯中のケア作用をより制御された加工条件で行う考え方で、綿布表面の毛羽を減らし、滑らかさ、光沢、色の見え方を改善する目的で利用されます。洗濯洗剤中でのセルラーゼ作用は、バイオポリッシングほど強く処理するものではありませんが、同じくセルロース性表面フィブリルを標的とする点で機序は連続しています<sup>[1]</sup>。

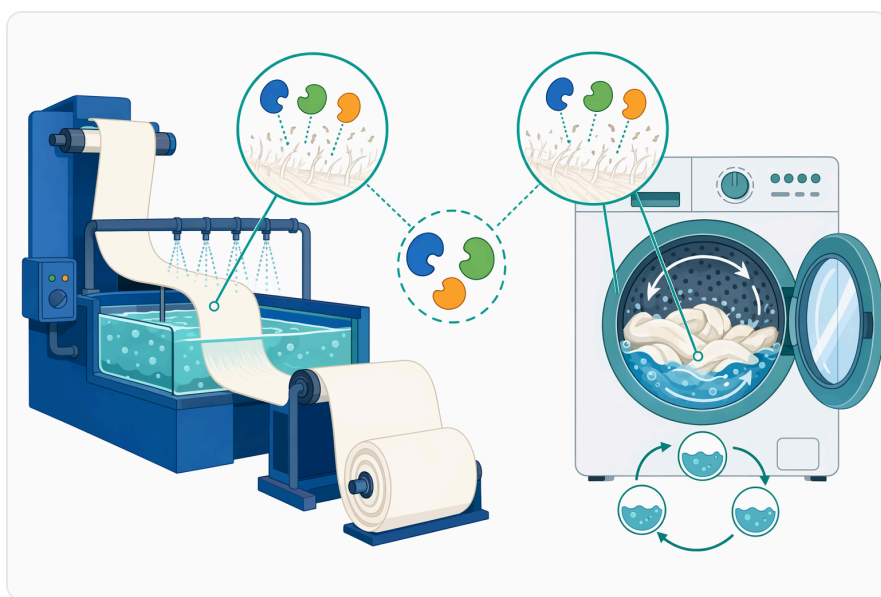


Figure 6. 세탁용 셀룰라아제와 섬유 바이오폴리싱은 서로 다른 공정 조건에서 셀룰로오스 표면을 제어된 방식으로 변형한다는 동일한 원리를 공유합니다.

## 研究上の根拠と、解釈すべき限界

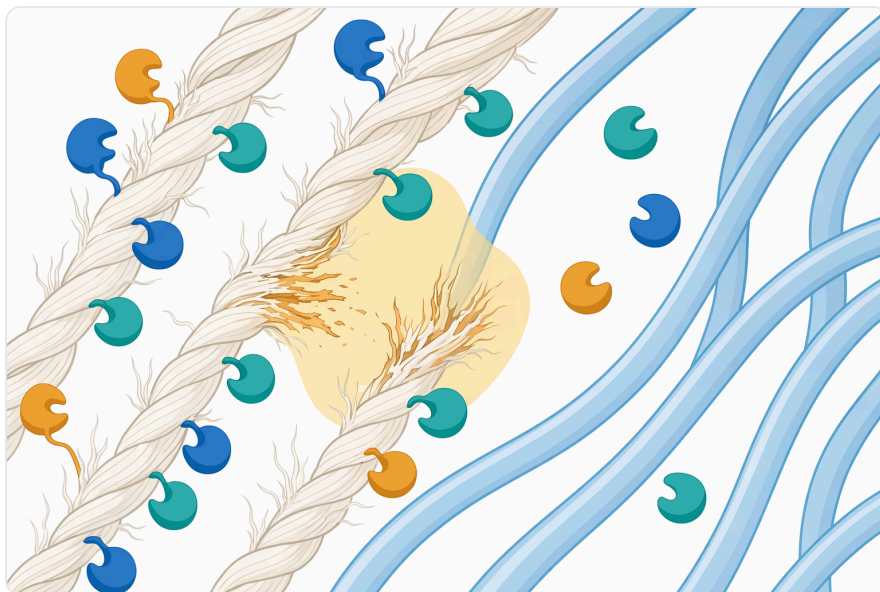
洗剤用酵素の研究は、セルラーゼだけでなくリパーゼ、プロテアーゼ、ケラチナーゼなど広い酵素群で進められてきました。これらの研究は、洗剤添加酵素に必要な条件として、アルカリ側での機能、温度変化への耐性、界面活性剤存在下での保持性、汚れまたは繊維基質への特異性を示しています。たとえば *Staphylococcus* sp. 由来リパーゼの洗剤添加適性評価では、洗剤処方中で酵素が機能するかどうかを実用面から検討しています<sup>[8]</sup>。

ケラチナーゼの洗濯洗剤応用研究も、酵素を洗剤へ加える際には、単に基質を分解できるだけでなく、洗剤成分との相互作用や洗濯条件での性能を確認する必要があることを示しています。セルラーゼでは対象基質がケラチンではなくセルロースですが、洗剤環境でタンパク質酵素を使うという基本的な課題は共通しています<sup>[10]</sup>。

一方で、論文や技術資料で示された効果を、そのまますべての市販洗剤に外挿することはできません。酵素の種類、配合系、布地、洗濯条件が異なれば、外観改善の強さや布地への影響も変わります。特にセルラーゼは布地自体のセルロースに作用するため、適切な洗剤設計では有益な表面ケア酵素になりますが、条件を誤れば繊維への過度な作用も理論的には起こり得ます。この点が、汚れだけを基質とする酵素と大きく異なる部分です<sup>[1]</sup>。

## 製品としての利用イメージ

Enzymes.bio が供給する Alkaline Cellulase For Laundry Detergents は、洗濯用洗剤における綿繊維ケアを目的とした酵素原料です。製造業者や研究機関としての開発主張ではなく、洗剤処方に利用される酵素をオンラインで提供するサプライヤーとして、本製品を 1 kg 単位で直接販売しています。注文時には、製品に関連する CoA と SDS が併せて提供されます。



**Figure 7.** 알칼리성 셀룰라아제는 폴리에스터와 같은 비셀룰로오스 섬유가 아니라 면 또는 면 함량이 높은 직물의 접근 가능한 셀룰로오스에 작용할 것으로 예상됩니다.

この酵素は、洗浄力の主役を置き換えるものではなく、プロテアーゼ、リパーゼ、アミラーゼなどの汚れ分解酵素と組み合わせることで、洗剤の価値を「落とす」から「衣類をきれいに見せ続ける」方向へ広げる素材です。白物のくすみ、濃色衣類の白っぽさ、綿表面のざらつき、繰り返し洗濯に

よる古びた印象に対し、セルロース性表面フィブリルへ酵素的に働きかける点が、アルカリセルラーゼの本質的な用途です<sup>[1]</sup>。

## まとめ：アルカリセルラーゼが洗濯洗剤にもたらす価値

Alkaline Cellulase For Laundry Detergents は、アルカリ性洗濯条件で綿繊維表面の微細な毛羽やフィブリルを処理し、衣類の明るさ、滑らかさ、色の見え方、外観維持を支援するファブリックケア酵素です。プロテアーゼ、リパーゼ、アミラーゼが主に汚れを分解するのに対し、セルラーゼは衣類表面そのものを整えるため、プレミアム洗剤、色柄物洗剤、業務用ランドリー、綿リネンケアの処方で差別化しやすい機能を持ちます<sup>[1]</sup>。

科学的には、セルラーゼのセルロース系基質への作用、洗剤酵素に求められるアルカリ・界面活性剤環境での適合性、酵素を用いた持続可能な洗濯設計の研究が、この用途の妥当性を支えています。ただし、最終性能は処方全体と洗濯条件に依存するため、アルカリセルラーゼは万能な汚れ除去剤ではなく、綿・綿混紡の外観と触感を支える専門的な酵素原料として位置付けるのが最も正確です<sup>[9]</sup>。

### Alkaline Cellulase For Laundry Detergents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。

[Alkaline Cellulase For Laundry Detergents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. [Research On The Application Of Alkaline Cellulase In Fabric Cleaning And Care.Pdf](#). *Vtrbiotech*.
2. Kadowaki, M., Camilo, C., Muniz, A. B., & Polikarpov, I. (2015). [Functional Characterization and Low-Resolution Structure of an Endoglucanase Cel45A from the Filamentous Fungus Neurospora crassa OR74A: Thermostable Enzyme with High Activity Toward Lichenan and  \$\beta\$ -Glucan](#). *Molecular Biotechnology*, 57, 574-588.
3. Saraswat, R., Verma, V., Sistla, S., & Bhushan, I. (2017). [Evaluation of alkali and thermotolerant lipase from an indigenous isolated Bacillus strain for detergent formulation](#). *Electronic Journal of*

*Biotechnology*, 30, 33-38.

4. D'Avino, M., Chilton, R., Si, G., Sivik, M. R., & Fulton, D. A. (2024). Dihydroxypropyl Chitosan: A Biorenewable Platform for the Design of Novel Fabric Care Additives. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 63, 21158 - 21167.
5. Bacha, A. B., Moubayed, N., & Abid, I. (2015). Thermostable, alkaline and detergent-tolerant lipase from a newly isolated thermophilic Bacillus stearotherophilus. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 52 2, 179-88 .
6. Buenrostro-Figueroa, J., Huerta-Ochoa, S., Aguilar, C. N., Reyes-Arreozola, M. I., Fernández, F. J., & Prado-Barragán, L. A. (2026). Green Enzyme Innovation: Improved Laundry Detergent Protease Production Through Solid-State Fermentation. *Fermentation*.
7. Taira, T., Yanagisawa, S., Nagano, T., Tsuji, T., Endo, A., & Imura, T. (2017). pH-induced conformational change of natural cyclic lipopeptide surfactin and the effect on protease activity. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 156, 382-387 .
8. Chauhan, M., Chauhan, R., & Garlapati, V. K. (2013). Evaluation of a New Lipase from Staphylococcus sp. for Detergent Additive Capability. *BioMed Research International*, 2013.
9. Choudhary, J. N., Pant, K. K., Dadsena, A., Tiwari, A., Soni, C., Porte, D., & Chandra, V. (2024). Evaluations of Sustainable Laundry Biodetergent Formulation from Saponin Extract Solution and Enzymatic Beads of Calcium Alginate. *African Journal of Biomedical Research*.
10. Chaves, N., & Prestes, L. (2015). Title: APPLICATION OF THE KERATINASE OF ASPERGILLUS SULPHUREUS URM 5029 IN LAUNDRY DETERGENT FORMULATIONS.

## 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](mailto: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。