

Wool Protease：ウール仕上げ用の防フェルト・防縮・抗ピリング補助プロテアーゼ酵素

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

Wool Proteaseは、羊毛繊維表面のケラチン性スケール層を穏やかに改質し、湿潤摩擦時の方向性摩擦と繊維同士の絡み合いを抑えるために用いられるウール仕上げ用プロテアーゼです。主用途は、防フェルト、防縮、表面毛羽の抑制、抗ピリング補助、染色・仕上げ前後の表面改質であり、塩素系防縮処理の代替候補として研究されています^[1]。Enzymes.bioは本品の供給業者であり、製品は1kg単位でオンライン購入でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。

Wool Proteaseとは何か：羊毛表面を「分解」ではなく「制御改質」する酵素

Wool Proteaseは、羊毛の主成分であるケラチン系タンパク質のペプチド結合に作用するプロテアーゼを、ウール仕上げ用途に位置づけた酵素製品です。羊毛は単なるタンパク質繊維ではなく、外側からエピキューティクル、エキソキューティクル、エンドキューティクル、細胞膜複合体などが重なった複合構造を持ち、表面にはうろこ状のスケールが並びます。このスケール構造は羊毛らしい保温性、弾性、撥水性に関係する一方、洗濯時のフェルト化収縮や、染料・仕上げ剤の浸透抵抗にも関与します^[2]。

ウール用プロテアーゼの目的は、羊毛繊維を深く消化することではありません。実用上の狙いは、スケール端部や表層タンパク質を限定的に変化させ、繊維間の摩擦差を下げ、湿潤状態で繊維が一方方向に移動して絡み合う現象を抑えることです。古くから「Enzymes for Wool Fiber Modification」として、羊毛繊維の表面改質に酵素を使う考え方は検討されてきましたが、その中心課題は常に、十分な防縮性と繊維強力・風合い保持の両立にあります^[3]。

このため、Wool Proteaseは「強いタンパク質分解酵素」としてではなく、「羊毛表面のキューティクルを穏やかに整える仕上げ酵素」として理解するのが適切です。過剰に作用させると、スケール表面だけでなく細胞膜複合体や内部の低結晶性領域まで影響を受け、強力低下、過度な減量、風合い変化、染色済み品の色変化につながる可能性があります。したがって、ウール仕上げにおけるプロテアーゼの価値は、基質特異性そのものだけでなく、表面作用をどこまで制御できるかにあります^[4]。

防フェルト・防縮の機序：方向性摩擦を下げて絡み合いを抑える

羊毛のフェルト化収縮は、単に「水で縮む」現象ではありません。湿潤状態で揉まれた羊毛繊維は、表面スケールの向きによって根元方向と先端方向の摩擦が異なり、繊維が一方向へ進みやすくなります。この方向性摩擦効果によって繊維同士が徐々に移動し、交差点で絡み合い、最終的に布帛やニット全体が不可逆的に収縮します。ウール仕上げの防フェルト技術は、この方向性摩擦を下げるか、スケール同士の引っ掛かりを減らすことを基本原理とします^[5]。

プロテアーゼは、スケール表面のタンパク質性部分に作用し、スケール端部の鋭さや表面粗さを変化させます。制御された範囲であれば、スケールの引っ掛かりが弱まり、湿潤摩擦下で繊維が一方向へ移動する力が小さくなります。Bacillus subtilis由来プロテアーゼおよび商業酵素を用いた羊毛布帛研究では、プロテアーゼ処理が羊毛布の物性に与える影響が検討され、羊毛の防縮・表面改質用途におけるプロテアーゼの実用的な可能性が示されています^[1]。

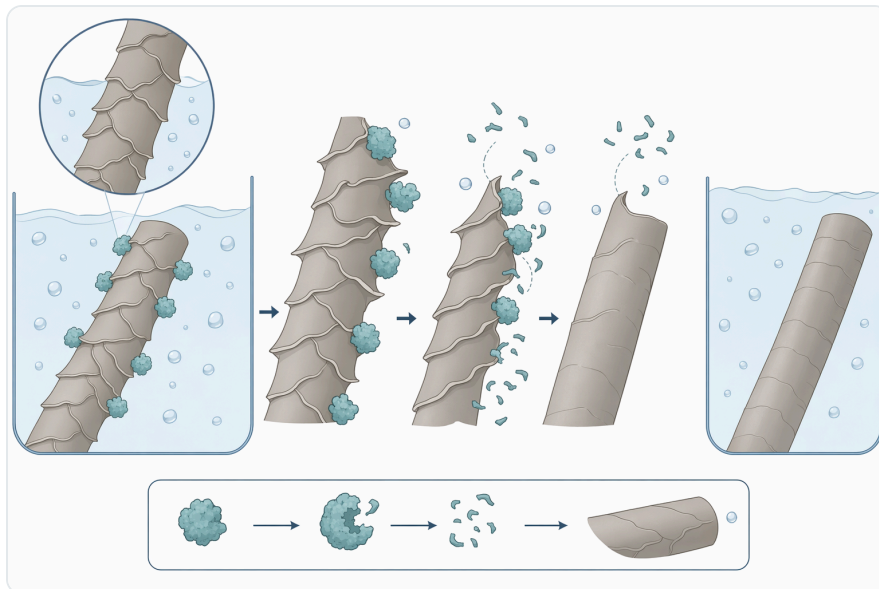


Figure 1. 양모 프로테아제는 양모 섬유의 바깥 표면에서 접근 가능한 케라틴이 풍부한 큐티클 물질을 표적으로 삼아, 섬유 본체를 의도적으로 분해하지 않고 스케일의 거칠기를 줄입니다.

一方、羊毛ケラチンはジスルフィド結合を多く含む架橋構造で、外層は脂質性の疎水バリアも持つため、酵素が単純に均一浸透するわけではありません。この性質は、良く働けば「表面だけに作用しやすい」という利点になりますが、前処理や反応条件によっては局所的に深く入り、繊維損傷の原因にもなります。ウールの酵素仕上げに関する研究では、プロテアーゼ処理が有効である一方、繊維内部への過剰作用を避ける設計が重要であることが繰り返し論じられています^[6]。

抗ピリング補助としての位置づけ：毛羽とスケールの表面安定化

ピリングは、摩擦によって表面に出た短繊維や毛羽が絡まり、小さな毛玉として残る現象です。羊毛では、スケールの引っ掛かり、繊維表面の粗さ、糸構造、撚り、混紡相手、仕上げ樹脂や柔軟剤の有無などが関係します。Wool Proteaseは、突出したタンパク質性毛羽やスケール端部を穏やかに改質することで、表面外観の安定化と抗ピリング補助に寄与する可能性があります^[7]。

ただし、抗ピリング効果は防フェルト・防縮効果と同じ強さで断定すべきではありません。プロテアーゼ処理がスケールと毛羽を整える方向に働けばピリング抑制に有利ですが、処理が強すぎる場合には繊維表面が弱くなり、逆に毛羽立ちやすくなる可能性もあります。したがって、抗ピリングは「表面改質による補助的効果」として扱うのが技術的に正確です。プロテアーゼ/ケラチナーゼの多機能利用を扱う研究でも、羊毛の防フェルト性、外観、染色性などは相互に関係する仕上げ特性として扱われています^[7]。

塩素系防縮処理との違い：環境配慮型アプローチとしての酵素

従来のウール防縮では、スケールを酸化的に損傷させる塩素系処理や、その後の樹脂付与が広く使われてきました。これらは実用上強い防縮性を得やすい一方、排水負荷、吸着性有機ハロゲン化合物、繊維黄変、風合い変化といった課題があり、より環境負荷の低い代替処理が求められてきました。酵素処理は、生分解性と基質選択性を持ち、比較的穏やかな水系条件で作用するため、持続可能な繊維加工技術の一部として研究されています^[8]。



Figure 2. 제어된 양모 프로테아제 가공은 펠트화 수축, 필링과 보풀 발생, 거친 촉감, 습윤 장벽, 염색 균일성 문제를 개선하는 데 사용됩니다.

プロテアーゼによるウール仕上げは、塩素処理のように表面を強く酸化するのではなく、タンパク質性スケールの一部を酵素的に加水分解して摩擦特性を変える点が異なります。効果の出方は穏やかで、工程設計の影響を受けやすい反面、繊維の自然な風合いを維持しながら防フェルト性を改善する可能性があります。繊維化学処理における酵素利用の総説でも、酵素は従来化学処理の代替または補完技術として、精練、バイオポリッシング、デサイズ、ウール改質などに位置づけられています^[9]。

仕上げアプローチ	主な作用部位・機序	期待される効果	技術上の注意点
塩素系防縮処理	スケール表面を酸化的に改質	強い防縮性を得やすい	排水負荷、繊維損傷、風合い変化への懸念
Wool Protease 処理	ケラチン性スケール端部を酵素的に加水分解	防フェルト、防縮、表面平滑化、抗ピリング補助	過剰作用による強力低下や毛羽増加を避ける必要
プラズマ+酵素処理	表面活性化後に酵素作用を促進	濡れ性、染色性、防縮性の改善可能性	装置条件と酵素反応の組み合わせ設計が必要
還元処理+プロテアーゼ	ジスルフィド架橋を緩めて表面酵素作用を促進	スケール改質効率の向上	処理が強すぎると内部損傷や色変化が起こり得る

この比較から分かるように、Wool Proteaseは「塩素処理と同じ効果を出すもの」ではありません。むしろ、羊毛表面のタンパク質構造に限定的に働きかけ、表面摩擦、濡れ性、染色性、風合いのバランスを取る技術です。持続可能な繊維加工における微生物酵素利用の近年の総説でも、酵素は単独処理だけでなく、物理処理や低負荷化学処理との組み合わせによって性能を最適化する方向で検討されています^[10]。

併用処理の研究動向：プラズマ、液体アンモニア、ポリドーパミン、バイオポリマー

ウール表面は疎水性が高く、スケール外層が酵素の接近を妨げるため、プロテアーゼ単独処理だけで十分な均一性を得にくい場合があります。そのため、プラズマ処理で表面を活性化してから酵素を作用させる研究が行われています。プラズマは繊維表面の化学官能基や粗さを変化させ、濡れ性を高めることで酵素や染料のアクセスを改善する可能性があります。羊毛繊維のプラズマ・酵素併用処理を扱う研究では、表面改質と性能変化が一体的に評価されています^[11]。

空気プラズマと酵素を組み合わせた羊毛改質は、より清浄で環境に配慮した工程としても検討されています。プラズマによってスケール表面を軽度酸化・活性化し、その後に酵素がタンパク質性表層へ作用することで、化学薬剤への依存を下げながら防縮性や染色性を改善する狙いです。こう

した研究は、酵素が単独の「薬剤」ではなく、表面工学の一部として使われることを示しています [12]。

液体アンモニアとプロテアーゼを組み合わせた研究もあります。液体アンモニアは羊毛の内部水素結合や繊維構造に影響を与え、プロテアーゼ処理と組み合わせることで表面改質と防縮性に変化をもたらす可能性があります。羊毛の表面改質と収縮抵抗性に対する液体アンモニアおよびプロテアーゼの影響を扱った研究は、酵素処理の効果が前処理条件に強く左右されることを示す代表的な例です [13]。

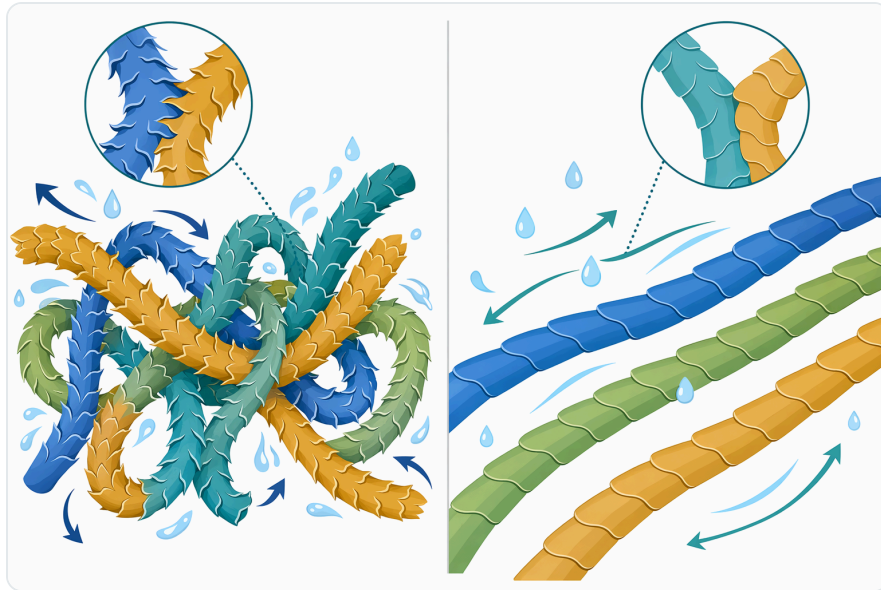


Figure 3. 펠트화 수축은 젖은 상태에서 교반된 양모 섬유가 한 방향으로 이동하며 큐티클 스케일 간 마찰로 서로 맞물릴 때 발생합니다.

さらに、酵素をポリドーパミンなどで修飾し、羊毛表面への作用位置や反応挙動を制御しようとする研究も進んでいます。ポリドーパミン修飾プロテアーゼによる羊毛の防縮性改善を扱った研究では、酵素の表面保持や作用制御を通じて、過剰な内部浸透を抑えながらスケール改質を行う発想が示されています [14]。

バイオポリマーとの組み合わせも重要です。キトサンを酵素的に羊毛へグラフトする研究や、ホースラディッシュペルオキシダーゼを用いた環境配慮型グラフト処理では、羊毛表面に新しい機能層を形成し、抗菌性、親水性、染色性、外観安定性を改善する方向が検討されています。Wool Proteaseによるスケール改質は、こうした後続仕上げの前段階として、表面反応性を調整する役割を持ち得ます [15]。

染色性・親水性・風合いへの影響

羊毛キューティクルは、染料が繊維内部へ拡散する際の障壁として働きます。プロテアーゼ処理によりスケール表面が穏やかに変化すると、濡れ性が高まり、染料や仕上げ剤が繊維表面に接触しやすくなる場合があります。羊毛および絹繊維の酵素処理に関する研究では、タンパク質繊維に対する酵素作用が、表面性状や後加工性に影響することが示されています^[4]。

親水性の改善は、着用快適性や染色均一性に関わります。羊毛は本来、吸湿性を持ちながら表面は疎水的という独特の性質を持つため、表面改質によって水滴の広がりや染浴中での濡れ挙動が変わります。チオール系イオン液体による羊毛の親水性能改善研究や、酵素仕上げを促進するイオン液体研究は、羊毛表面の化学構造を緩めたり変えたりすることで後加工性を高める考え方を補強しています^[16]。

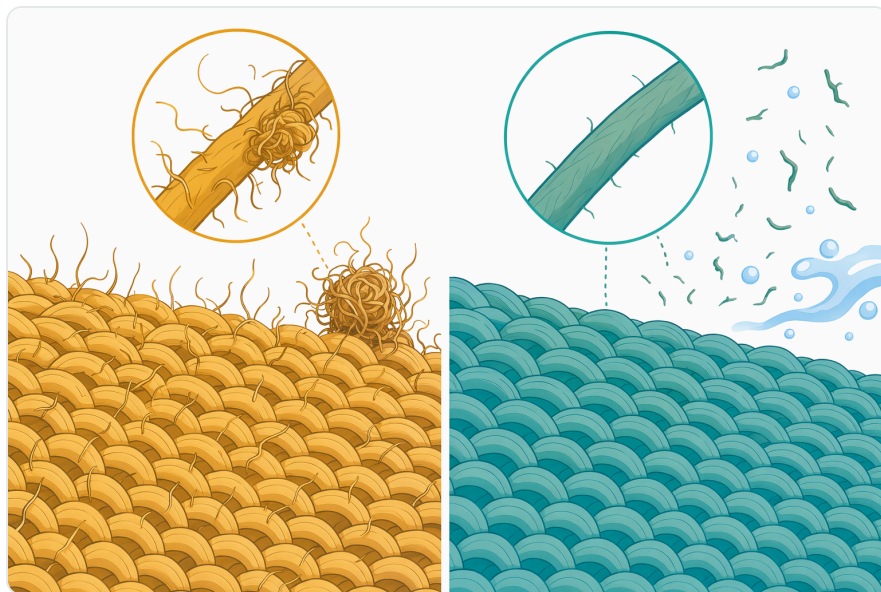


Figure 4. 항필링 프로테아제 처리는 노출된 표면 피브릴을 약화시키고, 보풀이 오래 남도록 돕는 스케일 관련 걸림을 줄일 수 있습니다.

ただし、染色済み羊毛にプロテアーゼを用いる場合は、表面改質によって色の見え方や染料保持に影響する可能性があります。これは必ずしも欠点とは限らず、濃色化や均染性改善につながる場合もありますが、過剰な加水分解は染料流出や色調変化を引き起こすことがあります。近年の持続可能な繊維加工研究でも、酵素処理は有望である一方、色、強力、風合いを同時に管理する必要があるとされています^[10]。

風合い面では、適切な表面改質によりチクチク感の軽減、柔軟性、滑らかさの改善が期待されます。スケール端部が穏やかに丸まり、毛羽の過度な突出が抑えられると、手触りがなめらかに感じられることがあります。一方で、繊維表面が弱くなりすぎると、ぬめり、腰抜け、強力低下、毛羽増加につながるため、ウール用プロテアーゼの作用は「強いほど良い」ものではありません^[5]。

羊毛素材別の適用イメージ

ウールニットやセーターでは、家庭洗濯やドライ後の寸法変化、表面毛羽、毛玉が主要な品質課題になります。Wool Proteaseによる表面改質は、スケールの引っ掛かりを弱め、洗濯中の繊維移動を抑えることで、防縮仕上げの一部として機能する可能性があります。特にメリノウールのような細繊維度素材では、柔らかい風合いを保ちながらフェルト化を抑えることが求められるため、酵素処理の穏やかさが利点になり得ます^[1]。

ウールトップ、スライバー、糸段階での処理では、後続の紡績、編織、染色、仕上げに影響します。早い段階でスケールを改質すれば、後工程での絡みや摩擦が変わる可能性があります。同時に繊維強力や紡績性への影響も考慮されます。羊毛廃棄物の再資源化や羊毛粉末化を含む研究領域でも、羊毛ケラチンの構造をどの程度保持し、どの程度改質するかが用途を左右する重要要素として扱われています^[17]。

織物やフェルト地では、寸法安定性と外観保持が重視されます。織物はニットに比べて構造が安定していますが、湿潤摩擦による表面毛羽や収縮は依然として問題になります。プロテアーゼ処理は、繊維表面の微細な粗さを変えることで、仕上げ後のタッチ、ドレープ、表面光沢に影響する可能性があります。羊毛布帛の酵素仕上げ研究では、物性と外観の両方を評価する必要性が示されています^[5]。



Figure 5. 프로테아제의 종류에 따라 처리용 적합성, 케라틴 표면 활성, 처리가 과도할 경우 발생할 수 있는 과도한 중량 또는 강도 손실 위험이 달라집니다.

ウール混紡素材では、相手繊維によって効果の出方が変わります。ポリエステル、ナイロン、アクリル、セルロース系繊維との混紡では、プロテアーゼは主にタンパク質性の羊毛部分に作用するため、混紡比率や糸構造によって表面変化が不均一になることがあります。セルロース繊維ではセルラーゼ、合成繊維では別の表面加工が必要になる場合があり、ウールプロテアーゼの機能は羊毛成分の表面改質に焦点を置いて理解すべきです^[18]。

プロテアーゼとケラチナーゼの違い

プロテアーゼは広くタンパク質を加水分解する酵素群であり、ケラチナーゼは特にケラチンのような難分解性タンパク質への作用を持つ酵素として扱われます。羊毛仕上げでは、ケラチンを強く分解できること自体が必ずしも利点ではありません。防縮仕上げに必要なのは、スケール表面を適度に変えることであり、繊維の内部構造まで大きく崩すことではないためです^[7]。

微生物由来プロテアーゼやケラチナーゼは、廃毛、羽毛、皮革副産物などのケラチン資源利用にも研究されています。しかし、廃棄物分解で求められる高いケラチン分解性と、衣料用羊毛仕上げで求められる穏やかな表面改質性は目的が異なります。Wool Proteaseをウール仕上げに使う場合、狙うべき作用は「繊維を壊して可溶化すること」ではなく、「表面摩擦と外観を調整すること」です^[17]。

酵素反応を止める重要性：処理後も品質を守るために

プロテアーゼは、条件が合えば処理浴から引き上げた後もタンパク質に作用し続ける可能性があります。そのため、ウール仕上げでは、目的の表面改質が得られた後に酵素作用を確実に止め、繊維上に不要な活性を残さないことが重要です。これは、保管中や後工程中に意図しない加水分解が進むことを避けるためです^[6]。

この考え方は、ウールだけでなく、タンパク質繊維全般の酵素処理で共通します。酵素は化学薬剤と違い、少量でも基質が存在し条件が合えば反応を繰り返す触媒です。したがって、仕上げ工程では、目的作用、停止、洗浄、乾燥後の安定性を一連の品質設計として扱う必要があります。羊毛および絹繊維の酵素処理研究でも、酵素処理後の表面状態と物性変化が重要な評価対象になっています^[4]。

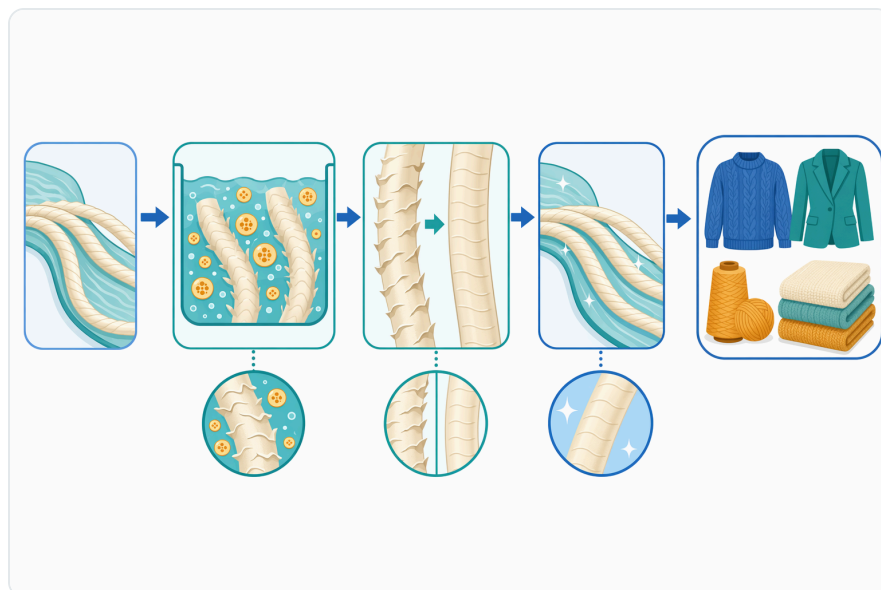


Figure 6. 복합 양모 가공 공정에서는 흔히 프로테아제 처리 전에 가벼운 표면 개방 단계를 적용하여 효소가 스케일 구조에 더 효과적으로 도달하도록 합니다.

Wool Proteaseが向く用途と、過剰な期待を避けるべき点

Wool Proteaseが特に適するのは、ウールニット、セーター、ウール布帛、メリノウール、ウールトップ、糸、ウール混紡品などで、防フェルト性、寸法安定性、表面毛羽の抑制、手触り改善、染色前後の表面改質を検討する用途です。持続可能な繊維加工の観点では、酵素を用いた水系・低負荷処理は、従来の強い化学処理を部分的に置き換える選択肢として位置づけられます^[8]。

一方で、Wool Proteaseは「あらゆる羊毛製品を完全防縮にする酵素」ではありません。羊毛の品種、織度、スケール構造、前処理、染色状態、糸構造、編織密度、混紡比率、後加工の有無によって効果は変わります。プロテアーゼはタンパク質分解酵素であるため、過度な作用は強力低下や外観悪化につながり得ます。ウール繊維改質に関する長年の研究は、酵素処理の有効性と同時に、作用制御の難しさも示しています^[3]。

抗ピリングについても、防フェルトほど直接的な効果として過大に表現すべきではありません。ピリングは毛羽の発生、繊維強力、毛玉の脱落性、糸構造、摩擦条件が組み合わさった現象であり、プロテアーゼによる表面平滑化だけで決まるものではありません。したがって、本品は「抗ピリング補助」または「表面毛羽・スケール改質による外観安定化の支援」と表現するのが、研究知見に沿った説明です^[7]。

Enzymes.bioにおける製品位置づけ

Enzymes.bioの「Wool Protease – Anti-Felting & Anti-Pilling Enzyme For Wool Finishing」は、ウール仕上げにおける防フェルト、防縮、表面改質、抗ピリング補助を目的としたプロテアーゼ製品です。Enzymes.bioは本品の供給業者であり、製造業者や研究機関としてではなく、オンラインで入手可能な酵素製品を事業者向けに供給します。製品は1kg単位でオンライン購入でき、注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されます。

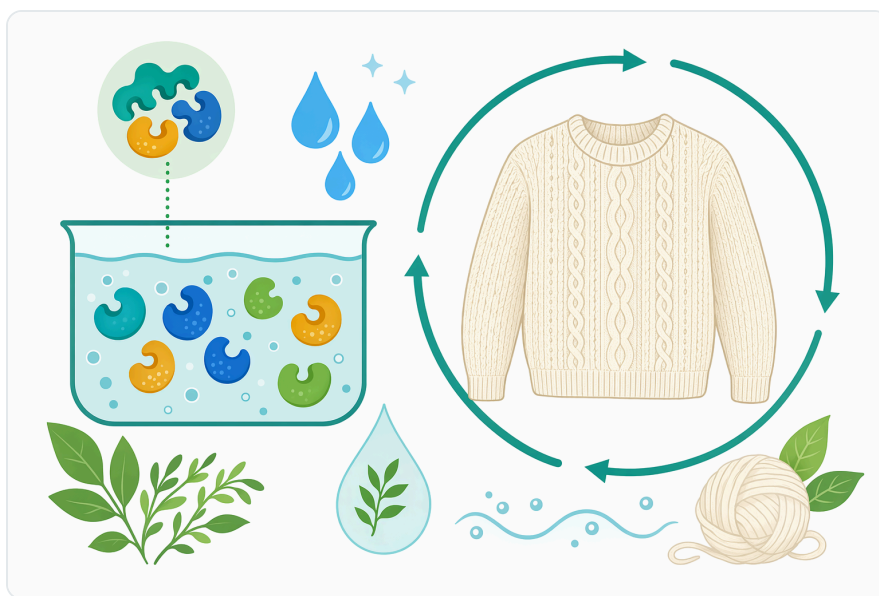


Figure 7. 효소 기반 양모 가공은 저영향 공정 목표를 지원하며, 펠트화와 필링에 대한 저항성을 높여 의류의 수명을 연장할 수 있습니다.

本製品の技術的な理解では、羊毛表面のスケール層に対する限定的なタンパク質加水分解が中心になります。研究文献に基づく妥当な説明は、プロテアーゼがスケール端部や表面タンパク質を穏やかに改質し、方向性摩擦を下げることでフェルト化傾向を低減し得る、というものです。同時に、繊維損傷、風合い変化、染色済み品の色変化を避けるには、過剰な内部作用を避ける必要があります^[1]。

まとめ：Wool Proteaseはウール表面を穏やかに整える仕上げ酵素

Wool Proteaseは、羊毛繊維のケラチン性スケールに作用し、湿潤摩擦時の方向性摩擦と繊維絡み合いを抑えることで、防フェルト・防縮仕上げに寄与する酵素です。スケール端部の改質、表面粗さの調整、濡れ性の変化を通じて、ウールニット、ウール布帛、メリノウール、ウール混紡品の寸法安定性と外観安定性を支援します^[5]。

抗ピリングについては、プロテアーゼが毛羽やスケールを穏やかに整えることで補助的効果を持つ可能性があります。防フェルト効果ほど単純に断定できるものではありません。ピリングは繊維、糸、布構造、摩擦条件の複合現象であるため、Wool Proteaseは「抗ピリング補助」または「表面外観の安定化を支える酵素」と位置づけるのが適切です^[7]。

塩素系処理に比べ、酵素処理は環境配慮型のウール仕上げ技術として研究されており、プラズマ、液体アンモニア、ポリドーパミン修飾、キトサンなどのバイオポリマー処理と組み合わせることで、より精密な表面改質へ発展しています。Wool Proteaseの本質的な価値は、羊毛を強く分解することではなく、スケール層を制御された範囲で改質し、風合い、強力、染色性、防縮性のバランスを取る点にあります^[11]。

Wool Protease – Anti-Felting & Anti-Pilling Enzyme For Wool Finishing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。

[Wool Protease – Anti-Felting & Anti-Pilling Enzyme For Wool Finishing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. Demirkan, E., Kut, D., Sevgi, T., Doğan, M., & Baygın, E. (2020). Investigation of effects of protease enzyme produced by *Bacillus subtilis* 168 E6-5 and commercial enzyme on physical properties of woolen fabric. *Journal of the Textile Institute*, 111, 26 - 35.
2. Essaket, M., Allam, I., Boukhriss, A., Tahiri, M., Maliki, A. E., Essaket, I., & Cherkaoui, O. (2023). Wool: applications, insect-proofing treatments and the preparation of wool powder. *Textile Progress*, 55, 165 - 199.
3. Heine, E., Hollfelder, B., Lorenz, W., Thomas, H., Wortmann, G., & Höcker, H. (1998). Enzymes for Wool Fiber Modification.
4. Shen, J. (2010). Enzymatic treatment of wool and silk fibres.
5. Riva, A., Algaba, I., & Prieto, R. (2006). Enzymatic Finishing of Wool Fabrics. *Journal of Natural Fibers*, 3, 209 - 227.

6. Walawska, A., Rybicki, E., & Filipowska, B. (2006). Physicochemical changes on wool surface after an enzymatic treatment. *Progress in colloid and polymer science*, 131-137.
7. Goda, D. A., Bassiouny, A., Monem, N. M. A., Soliman, N., & Fattah, Y. A. A. (2020). Effective multi-functional biotechnological applications of protease/keratinase enzyme produced by new Egyptian isolate (*Laceyella sacchari* YNDH). *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18.
8. Kabir, S. M. M., & Koh, J. (2021). Sustainable Textile Processing by Enzyme Applications. *Biodegradation [Working Title]*.
9. Choudhury, A. (2020). Enzyme applications in textile chemical processing.
10. Khan, M. F. (2025). Recent Advances in Microbial Enzyme Applications for Sustainable Textile Processing and Waste Management. *The Scientist*.
11. Ghasemian, R., Barani, H., & Khazaei, F. (2025). Surface modification and performance of wool fibers after combined plasma and enzyme treatments. *Scientific Reports*, 15.
12. Zhang, R., & Wang, A. (2015). Modification of wool by air plasma and enzymes as a cleaner and environmentally friendly process. *Journal of Cleaner Production*, 87, 961-965.
13. Shang, X., Wang, Q., Jiang, Z., & Ma, H. (2023). Effect of liquid ammonia and protease on surface modification and shrink resistance of wool. *Surface and Interface Analysis*, 56, 12 - 3.
14. Pu-Zhao, Xu, P., Zhang, X., Du, Y., Lei, J., & Xu, S. (2024). Effect of polydopamine-modified protease on shrink-resist properties of wool fiber. *Journal of the Textile Institute*, 116, 2253 - 2260.
15. Wang, Y., Zhang, N., Wang, Q., Yu, Y., & Wang, P. (2021). Chitosan grafting via one-enzyme double catalysis: An effective approach for improving performance of wool. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117157 .
16. Jiang, Z., Zhang, Y., Wang, Q., Wang, P., Yu, Y., Zhou, M., & Li, E. (2021). Thiol-Based Ionic Liquid: An Efficient Approach for Improving Hydrophilic Performance of Wool. *Journal of Natural Fibers*, 19, 9729 - 9740.
17. Olfa, A., Taoufik, H., Riadh, Z., & Slah, M. (2022). The Valorization Potential of Tannery Wool Waste in the Textile Industry. *Journal of Natural Fibers*, 20.
18. Morais, F., Carta, A. M. M. S., Amaral, M., & Curto, J. (2020). Cellulose fiber enzymatic modification to improve the softness, strength, and absorption properties of tissue papers. *Bioresources*, 16, 846-861.


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。