

カタラーゼ酵素液：繊維産業における漂白後の残留過酸化水素除去用途

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

カタラーゼ酵素液は、綿・セルロース系素材などを過酸化水素で漂白した後、布帛や処理浴に残る残留過酸化水素を水と酸素へ分解するために使われます。染色前の酸化剤を低減することで、反応染料などの発色阻害、色むら、再加工、余分な水洗を抑える工程設計に役立ちます。Enzymes.bio は本製品のオンライン供給業者であり、製品は1 kg単位で直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

繊維漂白後に残留過酸化水素除去が必要になる理由

過酸化水素は、綿や綿混、その他セルロース系繊維の漂白で広く使われる酸化剤です。塩素系漂白に比べて望ましい工程選択肢として扱われることが多い一方、漂白が終わった時点で布帛内部、繊維表面、処理浴、配管・機内に過酸化水素が残ると、後続の染色や仕上げへ酸化性が持ち越されます。繊維加工における酵素利用のレビューでは、カタラーゼが過酸化水素漂白後の残留過酸化水素を分解する酵素として位置づけられており、湿式加工の工程短縮や環境負荷低減と関連づけて説明されています^[1]。

残留過酸化水素が問題になるのは、単に「薬剤が残っている」からではありません。染色工程では、染料、助剤、アルカリ、塩、繊維中の官能基が制御された条件で相互作用しますが、そこに酸化剤が残ると、染料分子の発色構造や反応性、還元・酸化バランス、浴中の助剤挙動に影響します。特に反応染色では、染料が繊維と反応する前に酸化的な影響を受けると、色ぶれ、濃度不足、ロット間差、部分的な不均一染色につながりやすくなります。繊維加工における酵素処理は、こうした化学的負荷を下げるための選択的な工程助剤として研究・利用されてきました^[2]。

従来の残留過酸化水素対策には、温水洗浄を重ねる、排液後に再給水する、還元剤で中和する、といった方法があります。しかし、繰り返し水洗は水、熱、時間を消費し、還元剤は浴中の塩類や副生成物、後工程への持ち越しを考慮する必要があります。カタラーゼ処理は、残留過酸化水素そのものを酵素反応で分解する点が異なります。持続可能な繊維仕上げに関する文献では、酵素技術が水・エネルギー・化学薬品使用量の低減に結びつく加工手段として整理されています^[3]。

カタラーゼの反応機構：H₂O₂を水と酸素へ変える

カタラーゼは、過酸化水素を基質として分解する酸化還元酵素です。基本反応は次のように表されます。

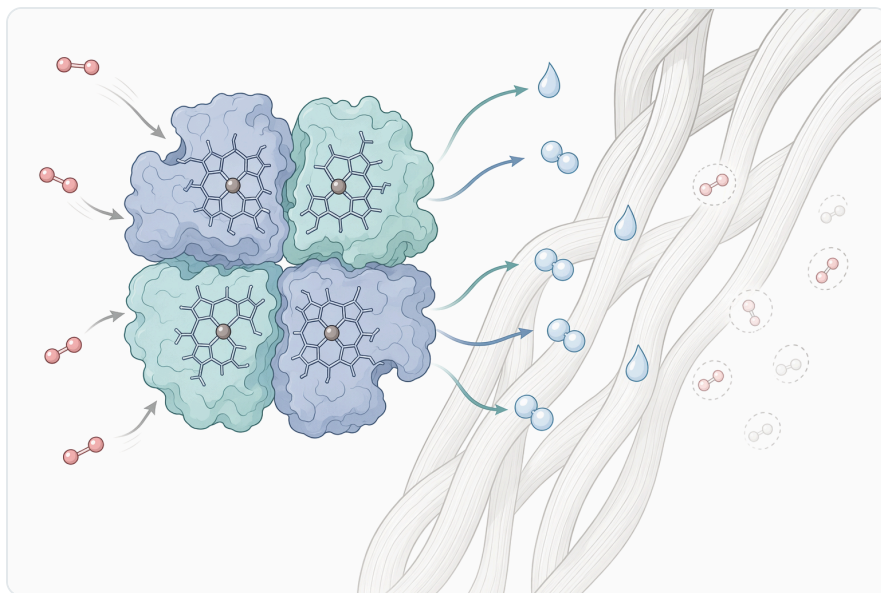


Figure 1. 카탈라아제는 표백된 섬유에 남아 있는 과산화수소를 물과 산소로 분해합니다.



この反応では、過酸化水素2分子から水2分子と酸素1分子が生じます。繊維工程で重要なのは、硫酸塩、塩化物、強い還元性残渣のような別の処理負荷を増やすのではなく、過酸化水素の酸化性を直接取り除く点です。カタラーゼ固定化と応用に関するレビューでも、カタラーゼは過酸化水素分解を担う代表的酵素として扱われ、食品、医療、環境、繊維など複数分野での利用可能性が議論されています^[4]。

分子レベルでは、カタラーゼの活性中心が過酸化水素と反応し、一時的な酸化状態を経て、別の過酸化水素分子を酸化・還元の手合として使いながら水と酸素を放出します。つまり、過酸化水素は単に希釈されるのではなく、化学的に別物へ変換されます。このため、カタラーゼ処理は「漂白浴を薄める工程」ではなく、「残留酸化剤を分解する工程」と理解する必要があります。酵素固定化技術の総説では、カタラーゼのような酵素は高い基質選択性を持つ一方、温度、pH、阻害物質などの工程条件によって安定性や反応挙動が変化すると説明されています^[5]。

反応中に酸素が発生することも実務上の特徴です。布帛が密に詰まった状態、発泡しやすい界面活性剤が残る浴、液循環が弱い機内では、泡や気泡が一時的に見える場合があります。これは異常反応ではなく、カタラーゼが過酸化水素を分解しているときに生じる酸素に由来します。ただし、発

泡が染色ムラや循環不良の原因にならないよう、処理浴の組成や機械条件との組み合わせで考える必要があります。繊維酵素処理のレビューは、酵素を単体の薬剤としてではなく、温度、pH、浴比、機械作用を含む湿式加工条件の中で評価する必要性を示しています^[6]。



Figure 2. 섬유 가공에서는 과산화물 표백 후 염색이나 가공 전에 잔류 산화제를 제거하기 위해 액상 카탈라아제를 첨가합니다.

液体カタラーゼが適する工程位置

液体カタラーゼは、通常、過酸化水素漂白が完了した後、染色または仕上げに進む前の段階で使われます。漂白直後の浴は、強アルカリ、高温、安定剤、界面活性剤、金属封鎖剤、過酸化水素残渣を含むことがあります。カタラーゼは酵素であるため、過度に厳しい条件では活性や安定性が影響を受けます。そのため、工程上は漂白を終えた後、酵素が作用しやすい状態へ浴条件を整え、残留 H_2O_2 を分解してから染色へ進む、という流れになります。繊維湿式加工に使われる酵素群のレビューでも、カタラーゼは漂白後の過酸化物除去工程に関連づけて扱われています^[7]。

この位置づけは、精練や漂白そのものをカタラーゼが代替するという意味ではありません。精練ではワックス、ペクチン、油剤、汚れなどを取り除く必要があります。漂白では着色不純物を酸化する必要があります。カタラーゼの役割は、これらの処理が終わった後に残る過酸化水素を分解し、次工程に残留酸化剤を持ち込まないようにすることです。したがって、カタラーゼは「漂白剤」ではなく、「漂白後の過酸化水素除去用酵素」として扱うのが正確です。繊維加工における酵素利用の発展を整理した文献でも、各酵素はアミラーゼ、セルラーゼ、カタラーゼなど用途ごとに異なる工程役割を持つものとして説明されています^[1]。

特に反応染色前の「パーオキサイドキル」では、カタラーゼ処理の意義が明確です。反応染料は、セルロース繊維の水酸基と共有結合を形成することで固着しますが、その前段階で残留酸化剤が存在すると、染料の有効利用、色相、濃度、再現性に影響する可能性があります。カタラーゼで酸化剤を下げてから染色へ進むことで、染色浴が本来の反応条件に近づきます。酵素技術を用いた繊維加工のレビューでは、カタラーゼ処理が化学薬品負荷の低減や工程合理化と関連する例として取り上げられています^[3]。

カタラーゼ処理で期待される実務上の効果

第一の効果は、染色前の酸化性を下げることです。残留過酸化水素が少ない状態で染色を開始できれば、染料の酸化的分解、予期しない色調変化、ロット内の濃淡差、再加工のリスクを抑える方向に働きます。これは、カタラーゼが染料を直接改善するという意味ではなく、染色を阻害し得る酸化剤を取り除くことで、染色条件を安定させるという意味です。繊維における酵素処理の総説では、酵素が特定の基質に作用することで、従来工程より選択的な処理を可能にする点が強調されています^[2]。

第二の効果は、水洗負荷の削減です。水だけで過酸化水素を下げる場合、布帛の含液、機械内のデッドスペース、浴比、素材構造によっては複数回の洗浄が必要になります。カタラーゼは過酸化水素を分解するため、単なる希釈では到達しにくい残留酸化剤の低減を効率化できます。ただし、カタラーゼはアルカリ、界面活性剤、安定剤、未除去の汚れをすべて処理するものではないため、水洗を完全に不要にするとは限りません。環境配慮型の繊維加工に関するレビューでは、酵素利用は水やエネルギーの節約に寄与し得る一方、工程全体の条件設計と組み合わせて評価されるべき技術として扱われています^[6]。



Figure 3. 섬유용 카탈라아제는 주로 잔류 과산화물이 염색, 날염 또는 가공 품질에 영향을 줄 수 있는 공정에서 사용됩니다.

第三の効果は、化学還元剤に頼りすぎない処理設計が可能になることです。過酸化水素を還元剤で処理する場合、酸化剤を消すことはできますが、還元剤の過剰残留、塩類負荷、後続染色への影響を考慮する必要があります。カタラーゼ反応の生成物は水と酸素であるため、過酸化水素除去に伴って別種の強い化学的残渣を増やしにくい点が特徴です。酵素技術を用いた持続可能な仕上げ工程の文献でも、酵素はより穏やかな条件で機能し、従来の化学処理の一部を代替・補完する手段として整理されています^[3]。

第四の効果は、素材への不要な酸化ストレスを減らせることです。漂白工程では過酸化水素の酸化力が必要ですが、漂白が終わった後まで酸化性が残ることは、染色前の繊維や助剤にとって有利とは限りません。残留H₂O₂が長く残ると、セルロース繊維の劣化、黄変、風合い変化の一因になる可能性があります。カタラーゼ処理は、この「漂白後に不要になった酸化力」を下げるための工程です。繊維産業で使われる酵素群を扱う文献では、酵素処理が品質維持と環境負荷低減を両立する加工選択肢として論じられています^[7]。

残留過酸化水素除去方法の比較

以下の表は、繊維漂白後の残留過酸化水素を下げる代表的な考え方を比較したものです。実際の選択は、素材、染色系、装置、排水条件、処理時間、工程コストによって変わります。

方法	主な作用	利点	注意点	カタラーゼとの関係
繰り返し水洗	希釈・排出によってH ₂ O ₂ を下げる	薬剤追加が少ない、理解しやすい	水、熱、時間を使いやすい。布帛内部や機内残液の影響を受ける	カタラーゼ処理により水洗依存を下げられる場合がある
温水洗浄	温度と液交換で残留分を除去	洗浄効率を上げやすい	エネルギー消費が増える。完全除去には複数回必要なことがある	酵素処理前後の浴条件調整と組み合わせられる
化学還元剤	酸化剤を化学的に還元する	反応が速い設計も可能	還元剤残留、塩類、副反応、後工程影響を考慮する必要がある	カタラーゼは水と酸素への分解を利用する別アプローチ
カタラーゼ酵素液	H ₂ O ₂ を水と酸素に分解する	選択性が高く、塩類残渣を増やしにくい。染色前処理に適する	pH、温度、残留薬剤、発泡、処理時間の影響を受ける	漂白後・染色前のパーオキサイド除去に適した工程助剤

この比較で重要なのは、カタラーゼを「すべての洗浄を置き換える薬剤」としてではなく、「残留過酸化水素という特定の阻害因子を分解する酵素」として設計に組み込むことです。酵素処理は高い選択性を持つ一方、工程全体の汚れ、塩、アルカリ、界面活性剤、金属イオンを一括して取り除く

ものではありません。繊維加工における酵素の応用レビューでも、酵素は工程ごとの対象基質に応じて使い分けられる技術として整理されています^[1]。

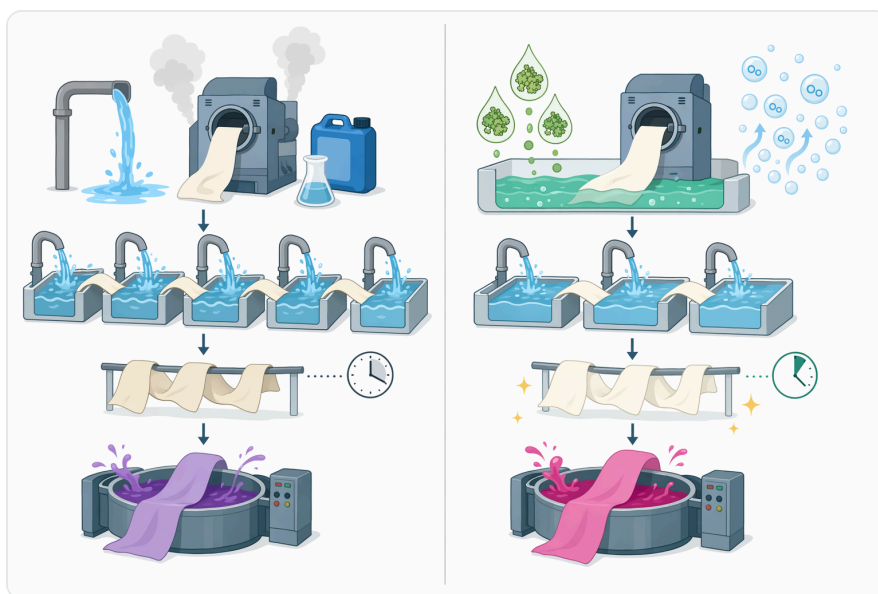


Figure 4. 반복 세척이나 화학적 환원에 비해 카탈라아제는 더 온화한 조건에서 더 적은 물과 더 짧은 처리 시간으로 과산화물을 제거합니다.

カタラーゼ処理が染色安定性に結びつく仕組み

染色安定性は、染料そのものの品質だけでなく、布帛前処理の均一性、残留薬剤、pH、温度、浴循環、塩・アルカリ添加のタイミングによって決まります。漂白後の過酸化水素が布帛の部位ごとに不均一に残っていると、染色開始時点で酸化環境が場所によって異なります。その結果、同じ染料濃度、同じ浴条件でも、局所的な染料消費や発色差が生じる可能性があります。カタラーゼ処理は、染色前に残留 H_2O_2 を下げることで、少なくとも酸化剤由来のばらつきを減らす方向に働きます。繊維酵素処理の文献では、酵素が従来の化学処理より選択的に作用し、加工品質と環境面の改善に関連することが説明されています^[2]。

反応染料では、染料が繊維と反応する前に加水分解や副反応を起こすと、固着率や洗浄後濃度に影響します。残留酸化剤があると、この反応場がさらに複雑になります。カタラーゼは染料と繊維の結合反応を直接促進するものではありませんが、反応場から過酸化水素を取り除くことで、染料が想定された条件で繊維へ作用しやすくなります。持続可能な湿式加工に関するレビューでは、カタラーゼを含む酵素処理が、従来の強い化学処理を緩和する技術群の一部として扱われています^[3]。

また、再加工の低減は単に薬剤コストの問題ではありません。色修正、再染色、追加洗浄、乾燥のやり直しは、納期、エネルギー、水使用量、排水負荷、繊維物性に影響します。残留過酸化水素除去が十分であれば、染色に入る前の不確定要因を一つ減らせます。繊維産業の酵素利用に関する近

年のレビューは、酵素処理を品質、効率、環境負荷の複数面から評価する必要があることを示しています^[7]。

工程水・排水処理との関係

カタラーゼの主用途は漂白後・染色前の布帛処理ですが、過酸化水素を含む工程水の管理にも関連します。過酸化水素は放置すれば分解する場合がありますが、濃度、pH、温度、金属イオン、安定剤の存在によって残留挙動が変わります。過酸化水素を含む水が後続の生物処理や他の酸化還元処理へ流入すると、処理バランスに影響する可能性があります。繊維染色排水処理に関するレビューでは、染料、酸化剤、助剤、塩類を含む排水の複雑性が指摘され、実用的な処理技術の組み合わせが重要とされています^[8]。

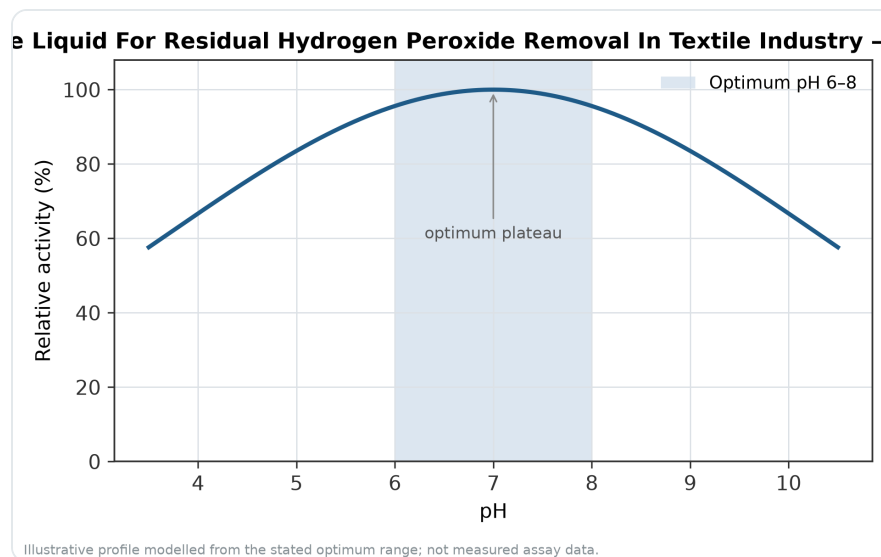


Figure 5. pH에 따른 섬유 산업용 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 상대 활성으로, pH 6-8에서 최적 활성 구간을 보입니다.

カタラーゼと酸化処理を組み合わせた研究もあります。例えば、Reactive Black 5のような難分解性化合物について、オゾンとカタラーゼ酵素の組み合わせによりBOD5/COD比を高める検討が報告されています。ただし、これは染色前のパーオキサイドキルとは目的も条件も異なる排水処理文脈の研究です。ここから言えるのは、カタラーゼが過酸化物を扱う環境技術の一部として研究されているということであり、液体カタラーゼを通常の繊維浴へ投入した場合の全排水性能を直接保証するものではありません^[9]。

固定化カタラーゼに関する研究も、工程水処理や連続処理の理解に役立ちます。卵殻膜のような天然廃棄物由来担体へカタラーゼを固定化する研究では、酵素の再利用性や安定性を高める方向が検討されています。Enzymes.bioの本製品は液体カタラーゼとして供給されるものであり、固定化酵素

リアクターそのものではありませんが、こうした研究は、カタラーゼの工業利用で安定性、接触時間、反応環境が重要であることを示しています^[10]。

液体品としての扱いで考えるべき工程要因

液体カタラーゼは、粉体酵素と比べて計量・分散・浴中混合がしやすい形態です。繊維工場では、処理浴に均一に行き渡ることが重要であり、布帛の巻き締め、ロープ状加工での液流、ジェット・ウィンス・液流染色機内の循環、パディング時の含浸均一性が結果に影響します。カタラーゼはH₂O₂に接触してはじめて作用するため、浴中に投入しただけで布帛内部や機内のすべての残留酸化剤が瞬時に消えるわけではありません。酵素応用の総説では、酵素反応は基質への接触、反応環境、操作条件に依存することが広く説明されています^[5]。

pHと温度は特に重要です。漂白直後の強いアルカリや高温は、カタラーゼが安定に働く条件から外れることがあります。したがって、工程では漂白の完了後に、酵素処理に適した穏やかな状態へ移してからカタラーゼを使うのが一般的な考え方です。ただし、具体的な最適条件は酵素製品、素材、装置、漂白レシピによって異なるため、ここでは特定の数値条件として固定すべきではありません。カタラーゼ固定化レビューでも、酵素の活性と安定性は環境条件に強く影響されるため、応用分野ごとの条件設計が必要であるとされています^[4]。

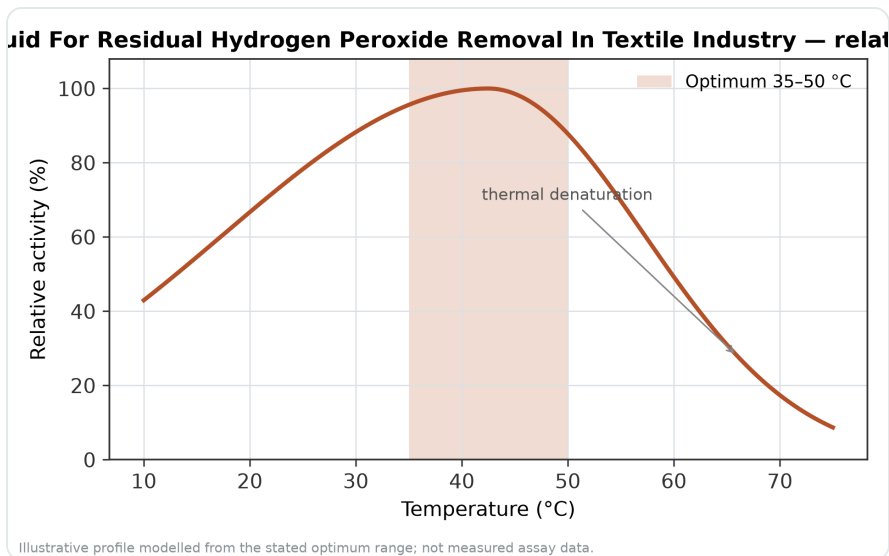


Figure 6. 온도에 따른 섬유 산업용 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 상대 활성으로, 35–50° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 저하가 나타납니다.

残留薬剤の影響も見落とせません。漂白安定剤、金属封鎖剤、界面活性剤、アルカリ、金属イオン、柔軟剤残渣などは、カタラーゼ処理そのもの、または処理後の染色に影響する場合があります。カタラーゼは過酸化水素を分解する酵素であって、こうした成分を分解する万能処理剤ではあ

りません。そのため、カタラーゼ処理を導入しても、前処理の洗浄性、浴交換、pH調整、染色浴設計は引き続き重要です。繊維加工で使われる複数の酵素に関するレビューでは、酵素ごとに作用対象と工程目的が明確に異なることが示されています^[6]。

酵素処理と持続可能な繊維加工

繊維産業では、水使用量、エネルギー消費、排水負荷、化学薬品使用量を抑える加工技術が継続的に求められています。酵素処理は、セルラーゼによるバイオポリッシング、アミラーゼによる糊抜き、ペクチナーゼによるバイオ精練、ラッカーゼによる色素処理など、複数工程で検討されてきました。カタラーゼは其中で、過酸化水素漂白後の残留酸化剤除去を担う酵素です。繊維加工における酵素応用のレビューは、酵素がより温和で選択的な処理を可能にする技術群であることを示しています^[1]。

カタラーゼの環境面での価値は、過酸化水素を水と酸素へ変換する反応そのものにあります。水洗のみで薄める場合は排水量が増え、還元剤で処理する場合は追加薬剤の残留や塩類負荷が問題になります。カタラーゼはこの中間に位置し、特定の酸化剤だけを分解することで、後工程への持ち越しと過剰な水洗の両方を抑える設計に使えます。持続可能な繊維仕上げと汚染制御を扱う文献でも、酵素技術は環境負荷を下げる加工方法の一つとして評価されています^[3]。

ただし、持続可能性は酵素を使うだけで自動的に達成されるものではありません。漂白条件が過剰であれば残留H₂O₂は増え、洗浄設計が不適切であればアルカリや助剤が残り、染色条件が不安定であれば再加工が発生します。カタラーゼは、こうした工程全体の中で「残留過酸化水素」という明確な対象を処理する道具です。繊維湿式加工における酵素利用のレビューも、酵素を工程改善の一部として位置づけ、素材や処理条件に応じた適用が必要であることを示しています^[2]。

固定化カタラーゼ研究から見える安定性の論点

カタラーゼに関する研究では、液体酵素の直接利用だけでなく、担体へ固定化して再利用性や安定性を高める研究も多く行われています。固定化酵素は、酵素を固体表面や多孔質材料に保持し、連続処理や反復使用に向けて反応環境を制御しやすくする技術です。これはEnzymes.bioが供給する液体カタラーゼ製品そのものの形態とは異なりますが、カタラーゼが温度、pH、酸化環境、機械的条件に影響される生体触媒であることを理解する上で重要です。酵素固定化技術の総説では、固定化により安定性、再利用性、プロセス適合性を高める研究が産業応用と関連して整理されています^[5]。

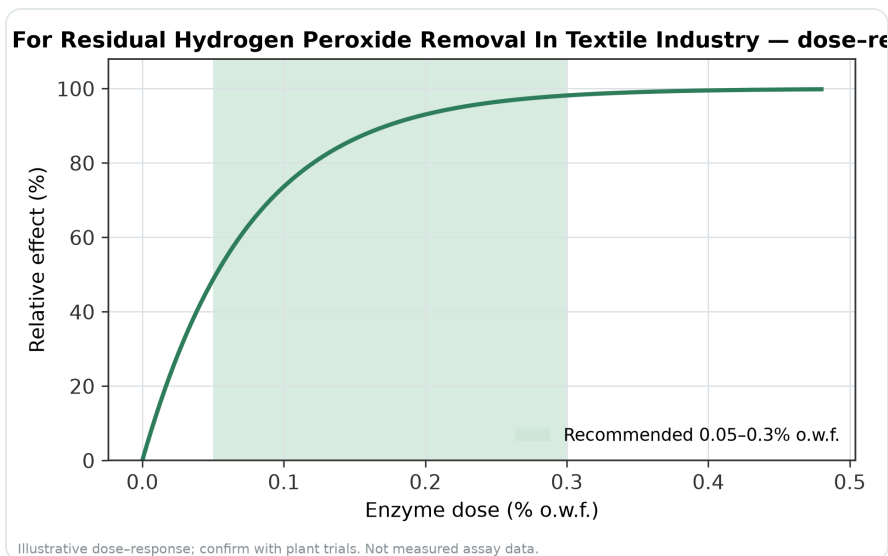


Figure 7. 권장 사용 범위(섬유 중량 대비 0.05–0.3%)에서 섬유 산업용 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 예시적 용량-반응 관계.

近年のカタラーゼ固定化レビューでは、カタラーゼの応用を拡大するうえで、失活、操作安定性、反応条件、担体選択が主要な論点として扱われています。繊維用途でも、漂白後浴は純粋な水ではなく、多数の加工薬剤を含む複雑な反応場です。したがって、液体カタラーゼを使う場合も、酵素に過度な負荷をかけない条件へ工程を移してから処理することが、安定した過酸化水素除去につながります^[4]。

天然廃棄物担体を用いたカタラーゼ固定化研究は、酵素の機能を保持しながら環境負荷の低い材料を利用する方向性を示しています。これは商業的な繊維パーオキシサイドキル剤の選定根拠ではありませんが、カタラーゼという酵素が環境技術、廃棄物利用、反応工学の交点で研究されていることを示す補助的根拠になります^[10]。

Enzymes.bioでの提供形態

Enzymes.bio は、Catalase Enzyme Liquid For Residual Hydrogen Peroxide Removal In Textile Industry をオンラインで供給するサプライヤーです。Enzymes.bio は製造業者または研究機関ではなく、本記事は特定ロットの製造条件や独自試験データを示すものではありません。製品は1 kg単位でオンラインから直接購入でき、注文時には関連文書としてCoAおよびSDSが併せて提供されます。

本製品は、繊維漂白後の残留過酸化水素除去、染色前のパーオキシサイドキル、過酸化水素を含む工程水の管理を目的とする液体カタラーゼとして位置づけられます。使用の考え方は、漂白を終えた後に残る H_2O_2 を酵素的に水と酸素へ変換し、染色や仕上げへ不要な酸化性を持ち込まないことです。繊維加工での酵素利用に関する文献では、カタラーゼはこのような漂白後処理に関連する酵素として繰り返し整理されています^[7]。

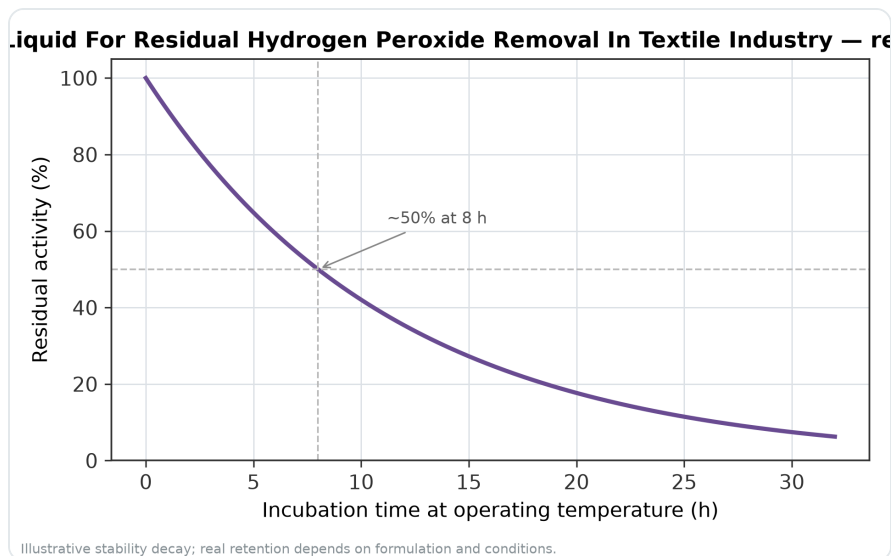


Figure 8. 섬유 산업용 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 예시적 열 안정성 감소 — 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔류 활성이 감소합니다.

まとめ：カタラーゼ酵素液の技術的位置づけ

カタラーゼ酵素液は、過酸化水素漂白後の繊維加工において、残留 H_2O_2 を水と酸素へ分解するための選択的な工程助剤です。染色前の酸化剤を下げることで、反応染色などで問題となる色むら、発色不良、再加工、余分な水洗のリスクを抑える工程設計に役立ちます。繊維加工における酵素利用のレビューでは、カタラーゼを含む酵素処理が、従来化学処理の負荷を下げる持続可能な湿式加工技術として整理されています^[6]。

一方で、カタラーゼは万能な洗浄剤ではありません。対象はあくまで過酸化水素であり、アルカリ、界面活性剤、未除去不純物、塩、金属イオン、染色浴設計の問題を単独で解決するものではありません。効果を安定させるには、漂白後の浴条件、布帛への接触、温度・pH、処理時間、機械循環、後続染色条件を一連の工程として考える必要があります。酵素の産業利用に関する文献でも、酵素反応は高い選択性を持つ一方、実プロセス条件に強く依存することが示されています^[5]。

Enzymes.bioのカタラーゼ酵素液は、1 kg単位でオンライン直接購入できる、繊維産業向けの残留過酸化水素除去用製品です。漂白後・染色前のパーオキシドキル工程に組み込むことで、過酸化水素由来の不確定要因を減らし、より安定した染色・仕上げ工程へつなげる実用的な選択肢となります。

Catalase Enzyme Liquid For Residual Hydrogen Peroxide Removal In Textile Industry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。

Catalase Enzyme Liquid For Residual Hydrogen Peroxide Removal In Textile Industry
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. Madhu, A., & Chakraborty, J. (2017). Developments in application of enzymes for textile processing. *Journal of Cleaner Production*, 145, 114-133.
2. Besegatto, S. V., Costa, F. N., Damas, M. S. P., Colombi, B. L., Rossi, A. D., Aguiar, C. R. L., & Immich, A. (2018). Enzyme Treatment at Different Stages of Textile Processing: A Review. *Industrial Biotechnology*, 14, 298 - 307.
3. Ibrahim, N., Eid, B., & Amin, H. (2021). Sustainable textile finishing processes and pollution control based on enzyme technology. *Green Chemistry for Sustainable Textiles*.
4. Abdalbagemohammedabdalsadeg, S., Xiao, B., Ma, X., Li, Y., Wei, J., Moosavi-Movahedi, A., Yousefi, R., ... et al. (2024). Catalase immobilization: Current knowledge, key insights, applications, and future prospects - A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133941 .
5. Maghraby, Y. R., El-Shabasy, R. M., Ibrahim, A. H., & Azzazy, H. M. (2023). Enzyme Immobilization Technologies and Industrial Applications. *ACS Omega*, 8, 5184 - 5196.
6. Kumar, D., Bhardwaj, R., Jassal, S., Goyal, T., Khullar, A., & Gupta, N. (2021). Application of enzymes for an eco-friendly approach to textile processing. *Environmental science and pollution research international*, 30, 71838-71848.
7. Kushwaha, M., Kesarwani, D. P., & Kushwaha, R. (2024). ENZYMES USED FOR SUSTAINABLE WET PROCESSING IN TEXTILE INDUSTRY. *International Journal of Engineering Technology and Management Sciences*.
8. Rahman, M., & Tabassum, Z. (2024). Biotechnological Approach to Treat Textile Dyeing Effluents: A Critical Review Analysing the Practical Applications. *Textile & Leather Review*.
9. Dinçer, A. R. (2020). Increasing BOD5/COD ratio of non-biodegradable compound (reactive black 5) with ozone and catalase enzyme combination. *SN Applied Sciences*, 2.

10. Işık, C. (2022). USE OF NATURAL WASTE CARRIER IN ENZYME IMMOBILIZATION: CATALASE IMMOBILIZATION ONTO EGGSHELL MEMBRANE. *Mugla Journal of Science and Technology*.

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。