

# Alkaline Protease Detergent Enzyme : タンパク質汚れ除去用アルカリ性プロテアーゼ

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 Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme**は、血液、卵、乳、肉汁、体液、食品残渣などのタンパク質系汚れをペプチド断片へ分解し、洗剤・水流・機械力で除去しやすくする洗浄用酵素です。アルカリ性プロテアーゼは、洗剤処方や業務用ランドリーで重要な酵素群として研究されており、タンパク質汚れの前処理、洗浄補助、複合汚れの分解工程に適しています<sup>[1]</sup>。Enzymes.bioは本酵素を製造するのではなく、B2B用途向けに1 kg単位でオンライン供給し、注文時にCoAおよびSDSを併せて提供します。

## アルカリ性プロテアーゼが担う洗浄上の役割

タンパク質汚れは、油脂や泥汚れと異なり、乾燥、加熱、時間経過、金属イオン、酸化、繊維表面との相互作用によって固着しやすい性質があります。血液中のヘモグロビンや血漿タンパク、卵白中のアルブミン、乳由来のカゼイン、肉汁中の筋原線維タンパク、汗や体液に含まれるタンパク質は、単に界面活性剤で乳化するだけでは残渣が残ることがあります。アルカリ性プロテアーゼは、これらのタンパク質のペプチド結合を加水分解し、高分子の汚れをより小さく、分散しやすいペプチドへ変えることで、洗浄液中への移行を助けます<sup>[2]</sup>。

洗剤用途でプロテアーゼが重視される理由は、洗浄力を「溶かす」「浮かせる」だけでなく、「汚れそのものの分子構造を切る」方向から補強できる点にあります。アルカリ剤はタンパク質を膨潤・変性させ、界面活性剤は濡れ性と分散を助けますが、プロテアーゼは基質であるタンパク質鎖に直接作用します。そのため、業務用ランドリー、食品関連施設、厨房清掃、作業着洗浄、衛生リネンなど、タンパク質を含む複合汚れが繰り返し発生する現場で有用性が高い酵素群です。耐熱性プロテアーゼを液体タンパク質染み抜き剤として応用した研究でも、洗浄用途におけるタンパク質汚れ分解の実用性が扱われています<sup>[1]</sup>。

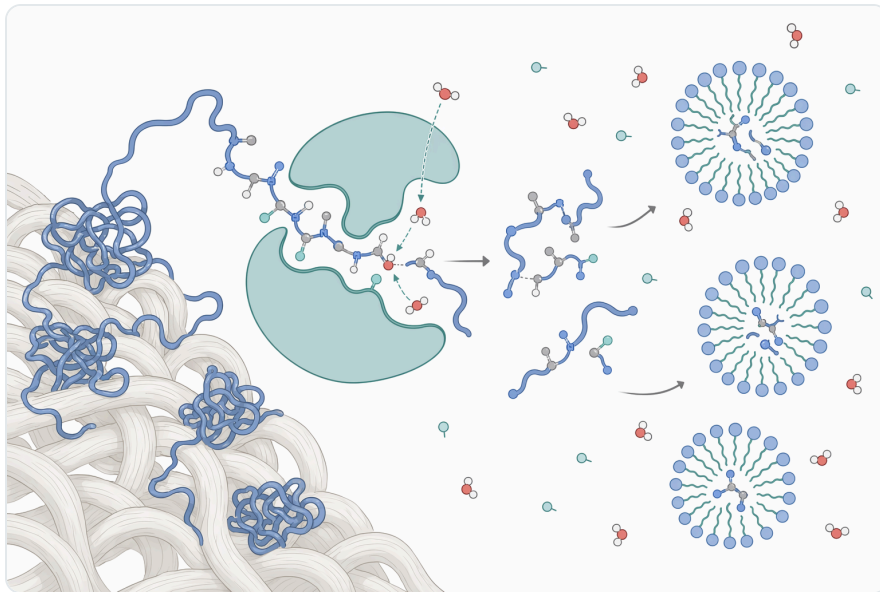
本製品名の「Alkaline」は、アルカリ性条件で機能するプロテアーゼであることを示します。洗濯用洗剤や業務用洗浄剤は、脂肪酸汚れの分散、繊維からの汚れ離れ、ビルダーの作用を得るために中性からアルカリ性へ設計されることが多く、この環境で失活しにくいプロテアーゼが洗剤酵素とし

て選ばれます。Bacillus subtilisなどの細菌由来アルカリ性プロテアーゼは、工業用途を見据えて生産条件や特性が研究されてきた代表的な酵素群です<sup>[3]</sup>。

## 作用機序：タンパク質汚れを「切断して、流れやすくする」

### ペプチド結合の加水分解

プロテアーゼの基本反応は、タンパク質中のペプチド結合の加水分解です。タンパク質はアミノ酸が鎖状につながった高分子であり、汚れとして繊維や硬質表面に付着すると、乾燥膜や凝集物を形成します。アルカリ性プロテアーゼが作用すると、この高分子鎖が複数の短いペプチドへ分割され、汚れの凝集性、粘着性、表面への固着力が低下します。プロテアーゼがタンパク質性基質を低分子化する性質は、洗剤用途だけでなく、さまざまな産業用途で研究されているアルカリ性プロテアーゼの中心的な機能です<sup>[4]</sup>。



**Figure 1.** 알칼리성 프로테아제는 세탁 중 펩타이드 결합을 가수분해하여 단백질 얼룩을 물에 잘 분산되는 더 작은 조각으로 분해해 제거합니다.

血液汚れを例にすると、赤血球由来成分、血漿タンパク、凝固に関与するフィブリンなどが繊維に絡み、時間とともに落ちにくくなります。アルカリ性条件ではタンパク質が膨潤・変性しやすくなり、プロテアーゼがアクセスしやすい部位が増えます。酵素が分子鎖を切断すると、界面活性剤は生成したペプチド断片や併存する脂質・色素成分をより効率よく分散できます。つまり、プロテアーゼは単独の「万能洗剤」ではなく、洗剤処方全体の中でタンパク質分解を担当する触媒成分です<sup>[1]</sup>。

## アルカリ条件での利点

アルカリ性プロテアーゼは、アルカリ側の洗浄環境で活性や安定性を発揮するように選ばれてきた酵素群です。アルカリ条件では、多くの食品タンパクや体液由来タンパクが膨潤し、繊維表面から離れやすい状態になります。そこへプロテアーゼが加わると、膨潤したタンパク質の内部や表面に切断が入り、洗浄液中へ分散しやすい断片へ変わります。Alcaligenes属由来アルカリ性プロテアーゼの研究でも、洗剤産業への応用可能性が検討されており、アルカリ環境で働く酵素の実用上の重要性が示されています<sup>[4]</sup>。

洗浄工程では、pHだけでなく温度、接触時間、機械力、水質、界面活性剤、ビルダー、漂白成分が同時に影響します。酵素はタンパク質であるため、極端な熱、強い酸化条件、長時間の不適切な保管、相性の悪い処方では機能が低下する可能性があります。一方で、洗剤用途を目的に研究されるアルカリ性プロテアーゼでは、界面活性剤や洗剤成分との共存を評価する例が多く、近年は酵素の架橋や安定化によって洗剤中での機能維持を高める研究も報告されています<sup>[5]</sup>。

## タンパク質汚れで効果を発揮しやすい場面

アルカリ性プロテアーゼが対象とするのは、タンパク質を主成分または重要成分として含む汚れです。血液、体液、汗残渣、食品タンパク、卵、乳製品、肉・魚由来の汁、調理器具や作業着に付着した有機膜などが代表的です。これらは油脂、デンプン、色素、無機塩、繊維粉塵と混ざることが多く、現場では「タンパク質だけの汚れ」として存在するよりも、複合汚れの一部として現れます。プロテアーゼの役割は、その複合汚れの中でタンパク質ネットワークを切り、他成分を抱き込んだ汚れ構造を崩すことです<sup>[2]</sup>。



**Figure 2.** 세제 공정에서는 알칼리성 프로테아제를 세탁수에 투입해 단백질 오염을 분해하고, 중간 정도의 온도에서도 얼룩이 더 잘 떨어지도록 합니다.

食品工場や外食産業では、肉汁、卵液、乳タンパク、魚介由来タンパクが、油脂や調味料、デンプンと混ざって作業着やクロス、床面、器具に付着します。油脂を分散するだけでは、タンパク質膜が残って再汚染や臭気の原因になる場合があります。アルカリ性プロテアーゼは、このタンパク質膜を分解し、後続のすすぎや界面活性剤による除去を助けます。洗剤産業向け酵素としてアルカリ性プロテアーゼが研究され続けているのは、このような現場汚れに対して分子レベルで作用できるためです<sup>[4]</sup>。

医療・介護・衛生関連のリネンでは、血液、滲出液、分泌物、皮膚由来タンパクなどが問題になります。ただし、ここでのプロテアーゼの役割は、汚れの分解除去を助けることであり、消毒や滅菌を代替するものではありません。タンパク質残渣の除去が不十分だと、その後の衛生工程の妨げになることがあるため、洗浄工程ではタンパク質を見える汚れとしてだけでなく、表面に残る有機残渣として管理する視点が重要です。外科用ステンレス表面の組織タンパクやプリオンアミロイド汚染を蛍光二重染色で評価した研究は、洗浄工程における残留タンパク評価の重要性を示しています<sup>[6]</sup>。

## 汚れの種類と酵素の役割の比較

洗剤処方では、汚れの化学的性質に応じて酵素の役割が変わります。アルカリ性プロテアーゼはタンパク質汚れに焦点を当てた酵素であり、油脂やデンプンそのものを主標的にする酵素ではありません。実際の複合汚れでは、プロテアーゼに加えて、油脂分解酵素や界面活性剤の寄与が組み合わさることで洗浄結果が変わります。繊維表面上のグリセリド分解をリパーゼで可視化した研究や、洗剤産業向けアルカリ性リパーゼの研究は、汚れ別に酵素機能を使い分ける考え方を補強しています<sup>[7]</sup>。

汚れ・残渣の主成分	代表例	主に役立つ酵素機能	アルカリ性プロテアーゼの位置づけ
タンパク質	血液、卵、乳、肉汁、体液、食品タンパク膜	ペプチド結合を切断し、ペプチド断片へ低分子化	中心的に作用する。固着したタンパク質膜を崩し、洗浄液へ移行しやすくする
油脂	皮脂、調理油、動物脂、乳脂肪	脂質を分解・乳化しやすくする補助	直接の主標的ではないが、タンパク質膜が油脂を抱き込む場合に間接的に除去を助ける
デンプン・多糖	ソース、穀物、麺類、糊状残渣	多糖鎖を分解し、粘性を下げる	主標的ではない。タンパク質と混在する食品汚れでは補完的に働く

汚れ・残渣の主成分	代表例	主に役立つ酵素機能	アルカリ性プロテアーゼの位置づけ
複合有機膜	厨房床、作業着、クロス、器具表面の乾燥膜	複数成分を段階的に分解・分散	タンパク質ネットワークを切ることで、他の洗浄成分が働きやすい状態を作る
タンパク質性素材	ウール、シルク、皮革、毛髪、羽毛	条件により素材自体へ作用し得る	適用には注意が必要。汚れではなく素材を分解する可能性がある

## 洗剤処方中での安定性と相互作用

アルカリ性プロテアーゼを洗剤用途で使う場合、酵素が水中で活性を持つだけでは不十分です。洗剤には、陰イオン性・非イオン性界面活性剤、ビルダー、キレート剤、漂白系成分、香料、防腐系成分、塩類などが含まれることがあります。これらは洗浄性能を高める一方で、酵素タンパクの構造に影響する可能性があります。洗剤用途向けのアルカリ性プロテアーゼ研究では、こうした処方成分との共存性や、洗浄条件下での安定性が重要な評価対象になっています<sup>[5]</sup>。



**Figure 3.** 알칼리성 세제용 프로테아제는 주로 세탁, 얼룩 제거제, 예비 담금 세제, 기관용 세정, 식기세척, 섬유 세정 제품에 사용됩니다.

近年の研究では、アルカリ性プロテアーゼの安定性を高めるために、酵素触媒を利用した架橋などのアプローチが検討されています。こうした研究は、洗剤中での酵素安定性が実用上の課題であり、単に高い初期活性を持つだけでは洗浄処方に十分とは限らないことを示しています。酵素は立体構造に依存して働くため、処方中で構造が保たれること、基質へアクセスできること、洗浄工程の時間内に反応できることが重要です<sup>[5]</sup>。

一方で、洗浄処方には酵素だけで成り立つものではありません。界面活性剤は濡れ性と分散性を高め、アルカリ剤はタンパク質を膨潤・変性させ、機械力は汚れを繊維や表面から剥離させます。プロテアーゼはこの中で、タンパク質鎖を切断する反応を担います。したがって、アルカリ性プロテアーゼは「強い薬剤の代替物」として単純に置き換えるよりも、「タンパク質汚れに対する反応性を処方へ追加する成分」と捉えるほうが実務的です<sup>[2]</sup>。

## 業務用ランドリーでの価値

業務用ランドリーでは、処理量が多く、汚れの種類が日ごとに変動し、再洗いの発生がコストに直結します。ホテルリネン、飲食店ユニフォーム、食品工場作業着、医療・介護リネンでは、油脂、汗、血液、体液、食品タンパクが混在し、乾燥後に洗浄されることも多くあります。アルカリ性プロテアーゼは、こうした乾燥・固着したタンパク質汚れを分子レベルで切断し、洗浄工程全体の除去効率を高める目的で使用されます<sup>[1]</sup>。

特にタンパク質汚れは、温度を上げれば必ず落ちるとは限りません。条件によっては加熱によりタンパク質が変性・凝固し、繊維へ強く固着する場合があります。酵素を組み込んだ洗浄では、洗浄初期にタンパク質を分解して固着構造を緩めることが重要です。耐熱性プロテアーゼをタンパク質染み抜き剤として検討した研究は、温度条件と酵素作用を組み合わせる発想が洗浄用途で重要であることを示しています<sup>[1]</sup>。



Figure 4. 고온 세탁이나 강한 화학 세정에 비해, 프로테아제 기반 세정은 더 온화한 세제 조건에서도 단백질 오염을 제거할 수 있습니다.

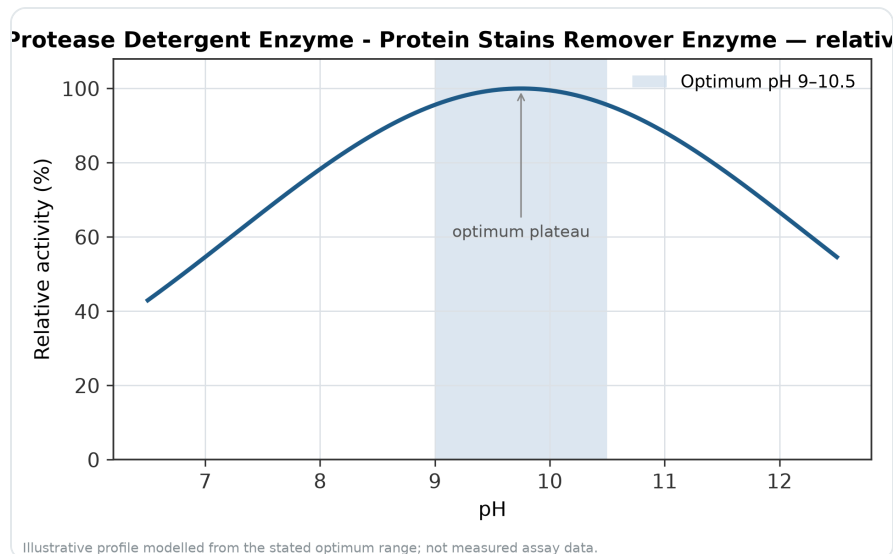
## 食品関連施設・厨房清掃での位置づけ

食品関連施設では、タンパク質汚れが油脂や糖質と混じって乾燥膜を作ることが多く、単純な水洗いや界面活性剤処理だけでは有機膜が残る場合があります。肉加工、惣菜製造、ベーカリー、乳製品取り扱い、外食厨房などでは、作業台、床面、排水周辺、器具、クロス、作業衣にタンパク質と油脂の混合汚れが付着します。アルカリ性プロテアーゼは、この有機膜中のタンパク質部分を切断し、膜構造を弱めることで、洗剤成分が油脂や微粒子へ届きやすい状態を作ります<sup>[4]</sup>。

リパーゼが油脂汚れに有用であることを示す洗剤産業向け研究もあり、食品関連汚れではプロテアーゼと油脂分解機能の関係を分けて考える必要があります。たとえば、乳製品汚れではカゼインなどのタンパク質と乳脂肪が同時に存在し、肉汁汚れでは筋肉タンパクと脂質が混ざります。プロテアーゼはタンパク質ネットワークを崩し、脂質分散は界面活性剤やリパーゼ系機能が補う、という役割分担が実用的です。洗剤産業向けアルカリ性リパーゼの研究は、酵素を汚れの化学種に応じて組み合わせる考え方を支えています<sup>[8]</sup>。

## 硬質表面・器具洗浄におけるタンパク質残渣

硬質表面では、タンパク質汚れは目視できる染みとしてだけでなく、薄い有機膜として残ることがあります。ステンレス、プラスチック、タイル、調理器具、容器、搬送部材などでは、乾燥タンパク膜が表面に密着し、後続の洗浄・すすぎで除去しにくくなる場合があります。プロテアーゼは、この膜状タンパク質を切断することで、表面からの剥離と分散を助けます。医療器材の洗浄研究では、ステンレス表面に残る組織タンパクや難分解性タンパク質の可視化が扱われ、洗浄工程でタンパク質残渣を管理する重要性が示されています<sup>[6]</sup>。



**Figure 5.** pH에 따른 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 상대 활성으로, pH 9-10.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

ただし、アルカリ性プロテアーゼは殺菌剤や消毒剤ではありません。タンパク質残渣を減らすことは衛生工程を支える要素になり得ますが、微生物制御や規制上の衛生要求は別の工程で満たす必要があります。酵素洗浄の価値は、表面に残る有機物を分解し、次工程のすすぎ、洗浄、必要に応じた衛生処理が機能しやすい状態を作る点にあります<sup>[6]</sup>。

## 繊維・素材への注意：タンパク質を分解できることの裏返し

---

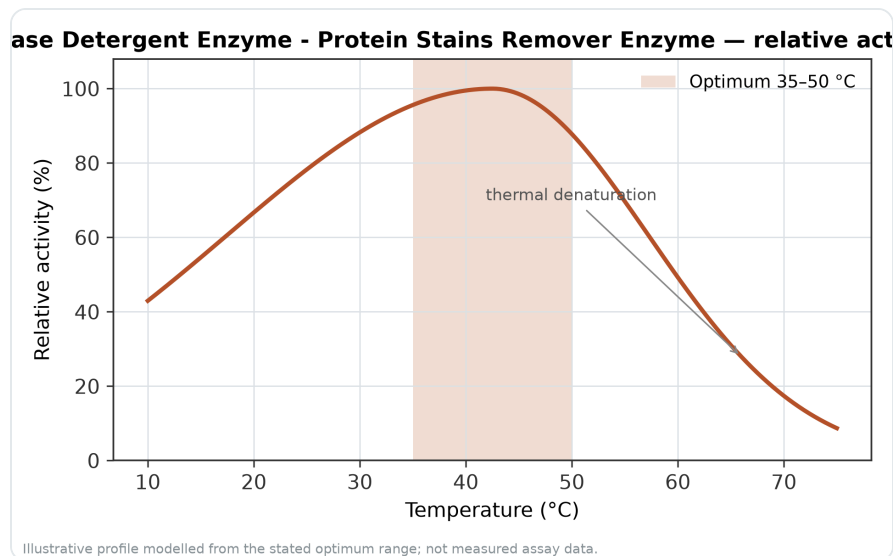
プロテアーゼはタンパク質を分解する酵素であるため、汚れだけでなくタンパク質性素材にも作用し得ます。ウール、シルク、皮革、毛髪、羽毛、コラーゲン系素材などはタンパク質を構成要素に含み、条件によっては酵素の影響を受ける可能性があります。これは欠点というより、酵素の作用機構そのものに由来する制約です。タンパク質汚れを分解する力があるからこそ、素材がタンパク質である場合には慎重な扱いが必要になります<sup>[2]</sup>。

文化財や紙資料の処理分野でも、酵素を利用した除去戦略では基材の種類や構成成分が重要になります。セルロース系紙とリグニンを含む機械製紙では、酵素処理への反応が異なる可能性があり、対象素材の化学的性質を無視した処理は避ける必要があります。これは洗浄用途でも同様で、汚れの主成分と基材の主成分を区別して考えることが重要です<sup>[9]</sup>。

## 低温洗浄・省エネルギー洗浄への関係

---

洗浄工程では、加温にかかるエネルギーが大きな運用コストになります。そのため、温度を過度に上げずにタンパク質汚れを分解できる酵素処方、業務用ランドリーや施設清掃で関心を集めています。ただし、すべてのアルカリ性プロテアーゼが同じ温度特性を持つわけではありません。耐熱性を重視したもの、低温側での反応性を重視したもの、洗剤成分との安定性を重視したものなど、酵素種によって特性は異なります。耐熱性プロテアーゼをタンパク質染み抜き剤として利用する研究は、温度耐性が洗浄用途で重要な性能軸であることを示しています<sup>[1]</sup>。



**Figure 6.** 온도에 따른 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 상대 활성으로, 35-50° C에서 최적 활성을 보이며 최적 범위를 넘으면 열 변성으로 인해 활성이 감소하는 특징을 보입니다.

実務上は、温度を上げれば反応速度が上がる一方で、酵素の構造安定性やタンパク質汚れの熱変性も考慮する必要があります。酵素が十分に働く時間を確保し、洗剤成分と機械力を組み合わせることで、過度な高温処理に依存しない洗浄設計が可能になります。洗剤中での酵素安定化に関する研究が続いていることは、低温・中温・温水のいずれにおいても、酵素の構造維持と反応性が実用性能を左右することを示しています<sup>[5]</sup>。

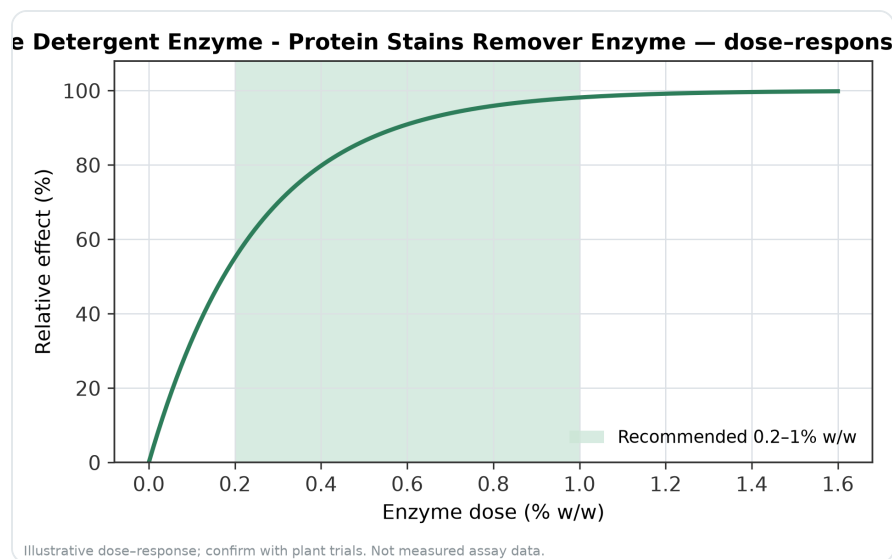
## 皮革・副産物処理など洗浄以外の関連用途

アルカリ性プロテアーゼは、洗剤用途以外にも、タンパク質性材料を制御分解する分野で研究されています。皮革処理、タンパク質性廃棄物の分解、ゼラチン層の除去、毛髪・羽毛などの処理は、いずれもタンパク質構造への酵素作用を利用する考え方です。これらの用途は、一般的な洗濯や清掃とは工程条件も目的も異なりますが、アルカリ性プロテアーゼがタンパク質性基質へ作用できることを示す関連領域です<sup>[2]</sup>。

ただし、こうした特殊用途の文献結果を、そのまま一般洗剤性能へ読み替えることはできません。皮革や副産物処理では、汚れを落とすのではなく、素材自体や表層構造を意図的に変化させる場合があります。洗剤用タンパク質汚れ除去では、基材を保護しながら汚れだけを分解・分散することが目的です。したがって、アルカリ性プロテアーゼの応用範囲は広いものの、用途ごとの条件と目的を分けて理解する必要があります<sup>[4]</sup>。

## Enzymes.bioでの供給形態

Enzymes.bioは、**Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme**をB2B用途向けに供給するオンライン販売業者です。Enzymes.bioは本製品の製造業者または研究機関としてではなく、洗剤、清掃、ランドリー、繊維洗浄、工業用途で酵素原料を利用する事業者へ、実務で扱いやすい1 kg単位で提供します。製品はオンラインで直接注文でき、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.2-1% w/w)에서 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 예시적인 용량-반응 관계입니다.

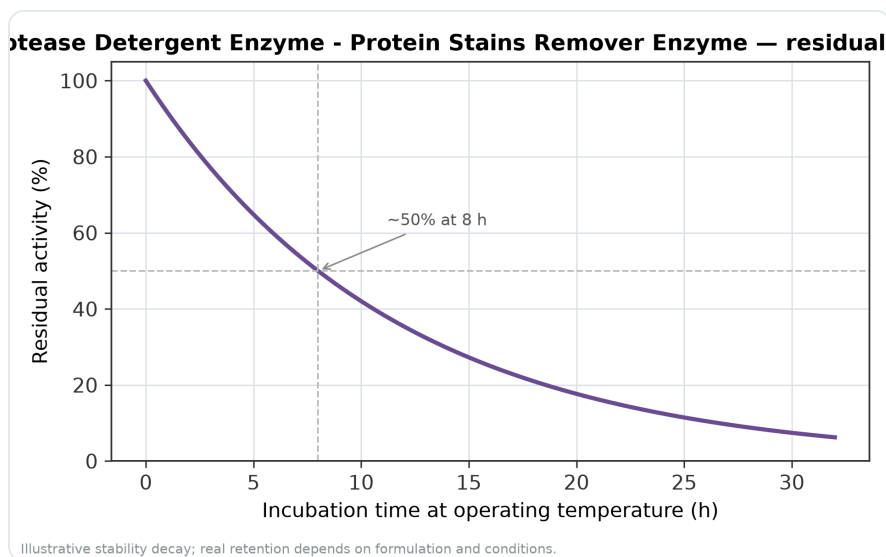
本製品は、タンパク質汚れ除去を目的とする洗剤処方、前処理剤、業務用クリーニング製品、食品関連施設向け洗浄製品、衛生リネン向け洗浄設計などで検討しやすい酵素原料です。研究文献では、アルカリ性プロテアーゼが洗剤産業向けに広く扱われ、タンパク質性汚れや洗剤適合性との関係が検討されていますが、個別論文の結果はそれぞれの酵素種、処方、温度、pH、基質、評価条件に依存します。したがって、本製品の位置づけは、文献で確立されているアルカリ性プロテアーゼという酵素群の作用機序を踏まえた、タンパク質汚れ除去用の供給品です<sup>[2]</sup>。

## 技術的に見た採用メリット

第一のメリットは、タンパク質汚れに対して化学的に明確な作用点を持つことです。アルカリ性プロテアーゼは、タンパク質鎖を構成するペプチド結合を切断し、固着膜や凝集物を低分子化します。これは、界面活性剤による分散、アルカリによる膨潤、機械力による剥離とは異なる反応であり、洗浄処方にタンパク質分解という機能を加えることを意味します<sup>[4]</sup>。

第二のメリットは、洗剤産業との関連研究が多い酵素群であることです。Bacillus属やAlcaligenes属など、複数の微生物由来アルカリ性プロテアーゼについて、生産、特性、洗剤用途への応用が研究されています。これは、アルカリ性プロテアーゼが単なる実験室酵素ではなく、洗剤、繊維、清掃、工業処理を含む実用領域で検討されてきたことを示します[3]。

第三のメリットは、複合汚れの構造を崩す補助成分として働けることです。現場の汚れは、タンパク質、油脂、デンプン、色素、無機粒子が混ざるため、一つの成分だけで完全に除去できるとは限りません。プロテアーゼがタンパク質ネットワークを分解すると、油脂や粒子を抱き込んでいた膜が弱まり、界面活性剤やすすぎが機能しやすくなります。洗剤用リパーゼ研究が示すように、酵素は汚れの種類ごとに役割を分担して処方全体を支えます[10]。



**Figure 8.** 알칼리성 프로테아제 세제 효소 - 단백질 얼룩 제거 효소의 예시적인 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 낮아집니다.

第四のメリットは、強い化学処理だけに依存しない洗浄設計へ貢献できる点です。酵素は触媒として基質に作用するため、タンパク質汚れに対して選択的な分解反応を加えられます。もちろん、酵素だけで洗浄工程が完結するわけではありませんが、適切な洗剤成分、温度、接触時間、機械力と組み合わせることで、タンパク質残渣の除去をより合理的に設計できます。洗剤中でのアルカリ性プロテアーゼ安定化研究は、酵素を実用処方へ組み込む価値と課題の両方を示しています[5]。

## まとめ：タンパク質汚れを分子レベルで処理する洗剤酵素

Alkaline Protease Detergent Enzymeは、タンパク質汚れをペプチド断片へ加水分解し、洗浄液中へ移行しやすくするためのアルカリ性プロテアーゼです。血液、卵、乳、肉汁、体液、食品残渣のようなタンパク質系汚れでは、界面活性剤やアルカリ剤だけでは残りやすい膜状・凝集状の汚れに

対し、酵素反応による切断が洗浄工程を補助します。洗剤用途でのアルカリ性プロテアーゼ研究は、タンパク質染み抜き、洗剤適合性、安定化、産業応用の観点から蓄積されています<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bioは、製造業者や研究所としてではなく、B2B向け酵素供給業者として本製品を1 kg単位でオンライン提供します。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されるため、洗剤開発、業務用清掃製品、ランドリー用途、食品関連施設向け洗浄設計などで、タンパク質汚れ除去機能を持つ酵素原料として検討できます。アルカリ性プロテアーゼの価値は、汚れを単に浮かせるのではなく、タンパク質構造そのものを分解して除去しやすい状態へ変える点にあります<sup>[2]</sup>。

## Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme 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 Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme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. Ibrahim, N. A., Ibrahim, N., Lizawardi, N. S. R., Fauzi, N. F. I., & Al-Amsyar, S. M. (2020). Production and application of thermostable protease 50a as liquid protein stain remover. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 596.
2. Kezia, D. (2015). Isolation, Characterization of Extracellular Bacterial Alkaline Proteases and Its Industrial Applications.
3. Verma, O., Shukla, S., & Sigh, A. (2011). Production of Alkaline Protease by Bacillus subtilis (MTCC7312) using Submerged Fermentation and Optimization of Process Parameters. *European Journal of Experimental Biology*, 1.
4. Muthuraman, M., Aishwarya, M., Kumari, S., & Sivasubramanian, A. (2013). PRODUCTION, CHARACTERIZATION AND PURIFICATION OF ALKALINE PROTEASE FROM ALCALIGENES sp., AND ITS APPLICATION IN DETERGENT INDUSTRY. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 6, 152-155.
5. Yang, H., Ren, X., Zhao, Y., Xu, T., Xiao, J., & Chen, H. (2024). Enhancing Alkaline Protease Stability through Enzyme-Catalyzed Crosslinking and Its Application in Detergents. *Processes*.

6. Howlin, R., Khammo, N., Secker, T., McDonnell, G., & Keevil, C. (2010). Application of a fluorescent dual stain to assess decontamination of tissue protein and prion amyloid from surgical stainless steel during simulated washer-disinfector cycles. *Journal of Hospital Infection*, 75 1, 66-71 .
7. Hall-Andersen, J., Kaasgaard, S., & Janfelt, C. (2017). MALDI imaging of enzymatic degradation of glycerides by lipase on textile surface. *Chemistry and Physics of Lipids*, 211, 100-106 .
8. Li, Q., Zhu, Z., Liu, Q., An, Y., Wang, Y., Zhang, S., & Li, G. (2022). Characterization of a novel thermostable alkaline lipase derived from a compost metagenomic library and its potential application in the detergent industry. *Frontiers in Microbiology*, 13.
9. Farkas, Z., Puškárová, A., Šišková, A., Poljovka, A., Zámocký, M., Vadkertiová, E., Urik, M., ... et al. (2023). Evaluation of enzymatic stamp removal strategies on handmade (cellulose-based) and machine-made (lignin-containing) papers. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124599 .
10. Xiao, Y., Liu, Y., Yuan, G., Mao, R., & Li, G. (2021). An uncharacterized protein from the metagenome with no obvious homology to known lipases shows excellent alkaline lipase properties and potential applications in the detergent industry. *Biotechnology Letters*, 43, 2311 - 2325.


## 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。