

Alkaline Protease（アルカリ性プロテアーゼ）の主要用途：洗剤、食品タンパク質加水分解、皮革・繊維加工向けB2B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

Alkaline Protease（アルカリ性プロテアーゼ）は、弱アルカリ～アルカリ性条件でタンパク質のペプチド結合を加水分解し、タンパク質汚れの除去、原料タンパク質の可溶化、皮革・繊維工程での不要タンパク質処理に使われる酵素群です。産業用途では、Bacillus属などの微生物由来プロテアーゼが広く研究され、洗剤適合性、耐熱性、耐塩性、溶媒耐性など、工程条件に合わせた“properties of alkaline protease”が重視されます^[1]。Enzymes.bioは、アルカリ性プロテアーゼをB2B向けに1 kg単位でオンライン販売する供給業者であり、製品は産業・食品加工用途を想定し、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

Alkaline Proteaseとは何か：アルカリ条件で働くタンパク質分解酵素

Alkaline Proteaseは、タンパク質中のペプチド結合を水の関与で切断するプロテアーゼのうち、アルカリ性領域で実用的な反応性を示す酵素を指します。タンパク質は、洗浄対象では血液、卵、乳、皮脂と結合した汚れとして存在し、食品・飼料工程では大豆、魚、乳、肉、植物タンパク質などの原料成分として存在します。アルカリ性プロテアーゼは、こうした高分子タンパク質をより短いペプチドへ分解することで、表面からの脱離、溶解性の改善、抽出性の向上、後工程での処理性改善に寄与します^[2]。

産業用アルカリ性プロテアーゼで特に重要なのは、単に「タンパク質を分解する」ことではなく、アルカリ洗浄液、界面活性剤、塩、熱、原料由来の阻害成分などが存在する実工程で、どの程度機能を維持できるかです。Bacillus属由来のアルカリ性プロテアーゼは、産業生産と応用に関する研究蓄積が厚く、洗剤、皮革、食品、飼料、廃棄物価値化などの領域で繰り返し取り上げられてきました^[1]。

作用機序：ペプチド結合の加水分解が工程上の変化を生む

アルカリ性プロテアーゼの反応中心では、基質タンパク質が酵素の結合部位に入り、ペプチド結合が加水分解されます。多くの産業用プロテアーゼでは、セリンプロテアーゼ型、特にsubtilisin様の酵素が代表的で、活性部位周辺のアミノ酸配置が基質の結合、切断位置、反応速度、pH依存性を左右します。Bacillus licheniformis由来アルカリ性プロテアーゼのタンパク質工学研究では、基質認識と反応選択性を変えることで、特定のキラル分割反応に適した性質へ改変できることが示されており、酵素のわずかな構造差が用途適性に直結することを示しています[3]。

洗剤用途では、この加水分解により、繊維や硬質表面に固着したタンパク質汚れが小分子化し、界面活性剤による分散や機械力による剥離を受けやすくなります。食品加工では、ペプチド化によってタンパク質の立体構造が崩れ、疎水部位や親水部位の露出が変化し、溶解性、粘度、乳化性、苦味、沈殿性などの性状が変わります。飼料加工では、原料タンパク質を部分分解して、後段の消化酵素が作用しやすい状態に近づける目的で利用されます[2]。

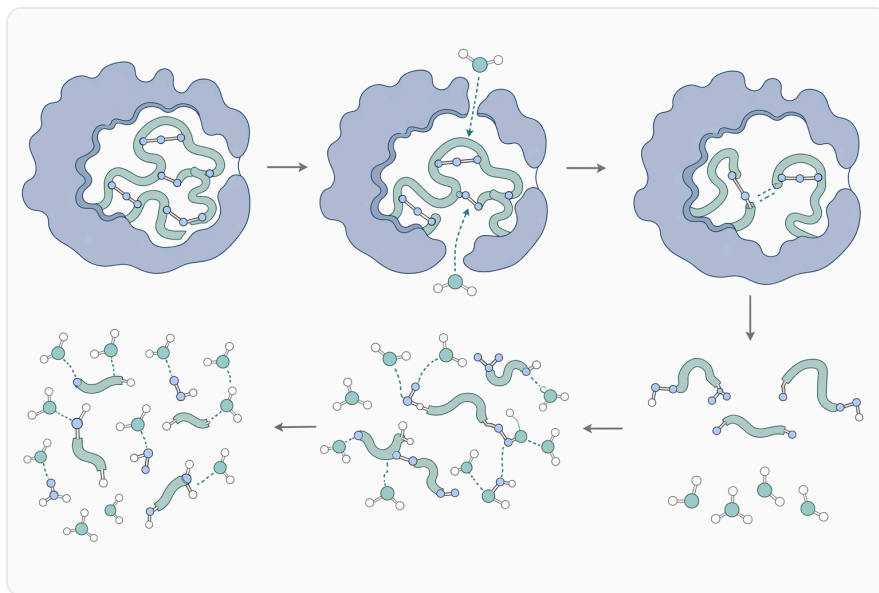


Figure 1. 알칼리성 프로테아제는 큰 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 더 쉽게 분산되거나 용해되거나 떨어져 나가는 작은 펩타이드를 생성합니다.

皮革、絹、天然ゴムのような天然素材処理では、タンパク質の「除去しすぎ」と「残しすぎ」のバランスが品質を左右します。天然ゴム加工に関する研究では、アルカリ性プロテアーゼとカルシウムイオンの相互作用を利用し、タンパク質成分の制御を通じて環境配慮型の高性能天然ゴム調製を検討しています[4]。このような用途では、酵素反応は単なる洗浄ではなく、材料表面やマトリックス中のタンパク質を選択的に変化させる工程制御手段として位置づけられます。

Alkaline Proteaseの主要な性質

アルカリ性プロテアーゼの実用性は、pH、温度、塩濃度、界面活性剤、酸化剤、有機溶媒、金属イオンなどへの応答で決まります。たとえば、海藻関連Nocardiopsis dassonvillei株由来の耐熱性アルカリ性プロテアーゼでは、精製、構造解析、産業応用が検討され、耐熱性とアルカリ条件での機能が応用上の特徴として扱われています^[5]。一方、植物由来のGalium aparineから得られたアルカリ性プロテアーゼでは、耐熱性と溶媒耐性が報告され、非水系または溶媒を含む処理を想定した産業応用が議論されています^[6]。

耐塩性も重要です。塩濃度が高い原料、海産物副産物、発酵原料、塩を含む処方では、一般的なタンパク質酵素が構造不安定化を受ける場合があります。好塩性環境から単離された新規微生物由来アルカリ性プロテアーゼの酵素特性研究は、高塩条件に適応したプロテアーゼ探索が続いていることを示しています^[7]。このような研究は、洗剤だけでなく、水産、発酵、廃棄物処理のように原料組成が複雑な工程にも関係します。

以下の表は、産業現場で重視されるproperties of alkaline proteaseを、用途別に整理したものです。これは製品仕様ではなく、文献で検討される代表的な性質と工程上の意味をまとめたものです。

性質	工程での意味	関連しやすい用途	文献上の研究例
アルカリ条件での反応性	高pH洗浄液やアルカリ処理浴でタンパク質を分解しやすい	洗剤、皮革、繊維、食品原料処理	Bacillus属アルカリ性プロテアーゼの産業応用レビュー ^[1]
耐熱性	加温工程や短時間高温接触で機能を維持しやすい	洗浄、食品・飼料加水分解、皮革	Nocardiopsis由来耐熱性アルカリ性プロテアーゼ ^[5]
洗剤適合性	界面活性剤や洗浄助剤の存在下でタンパク質汚れを処理	洗濯洗剤、工業洗浄	Bacillus paramycooides由来の洗剤適合性プロテアーゼ ^[8]
耐塩性	塩分を含む原料や処理液で失活しにくい	水産副産物、発酵原料、塩含有工程	好塩環境由来プロテアーゼの特性研究 ^[7]
溶媒耐性	有機溶媒を含む反応系で利用しやすい	特殊化学反応、材料加工	Galium aparine由来プロテアーゼ ^[6]
基質選択性	原料タンパク質の切断様式、ペプチド分布、物性変化に影響	食品、飼料、精密合成、材料処理	BLAPのタンパク質工学研究 ^[3]

洗剤・工業洗浄での役割

アルカリ性プロテアーゼは、洗剤酵素の中でもタンパク質汚れに直接作用する成分です。血液、卵、乳、汗由来タンパク質、食品残渣などは、乾燥、加熱、酸化、脂質との複合化によって表面に強く固着します。アルカリ性プロテアーゼがペプチド結合を切断すると、汚れの分子量が下がり、表面との多点結合が弱まり、界面活性剤による分散とすすぎによる除去が進みやすくなります。Bacillus paramycooides WSA由来の耐熱性・アルカリ性・洗剤適合性プロテアーゼの研究は、グリーン洗剤産業を意識して生産条件と酵素特性を検討しており、この用途領域の実用的関心を示しています^[8]。



Figure 2. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해 활성이 가장 유용하게 작용하는 공정의 pH 환경에 따라 구분됩니다.

洗剤用途で重要なのは、酵素単独の反応性だけではありません。洗浄処方には、アニオン性・非イオン性界面活性剤、ビルダー、漂白系成分、キレート剤、香料、保存安定化成分などが含まれることがあります。これらは汚れ除去を助ける一方、酵素タンパク質の立体構造や活性部位に影響し得ます。そのため、洗剤用アルカリ性プロテアーゼ研究では、耐アルカリ性、界面活性剤存在下での機能、温度域、保管中の安定性が繰り返し評価対象になります^[1]。

低温洗浄や省エネルギー洗浄では、低い温度でもタンパク質汚れを分解できる性質が望まれます。一方、工業洗浄や施設洗浄では、アルカリ性と温度を組み合わせることで汚れを膨潤・分散させることが多く、熱安定性が重要になります。耐熱性アルカリ性プロテアーゼの研究が継続しているのは、洗剤工程だけでなく、食品設備洗浄や素材洗浄のように温度変動がある工程でも、酵素機能を維持する必要があるためです^[5]。

食品タンパク質加水分解での利用

食品加工におけるアルカリ性プロテアーゼの主な用途は、植物、乳、肉、魚介などのタンパク質を部分加水分解し、加工性や機能性を変えることです。高分子タンパク質をペプチド化すると、溶解性が向上する場合があります。抽出、濾過、濃縮、乾燥、配合のしやすさに影響します。アルカリ性プロテアーゼの応用レビューでは、食品、洗剤、皮革、廃棄物処理などの広範な用途が整理されており、タンパク質資源の価値化における重要性が示されています^[2]。

魚残渣や加工副産物では、可食部以外にもタンパク質、結合組織、酵素、脂質、ミネラルが混在しています。Brevibacillus agri SAR25による魚廃棄物を基質としたアルカリ性プロテアーゼの生産・特性研究は、副産物を酵素生産や加水分解プロセスに結びつける方向性を示しています^[9]。このような研究は、廃棄物を単に処理対象とするのではなく、ペプチド、飼料素材、抽出原料、発酵基質として再利用する考え方とつながります。

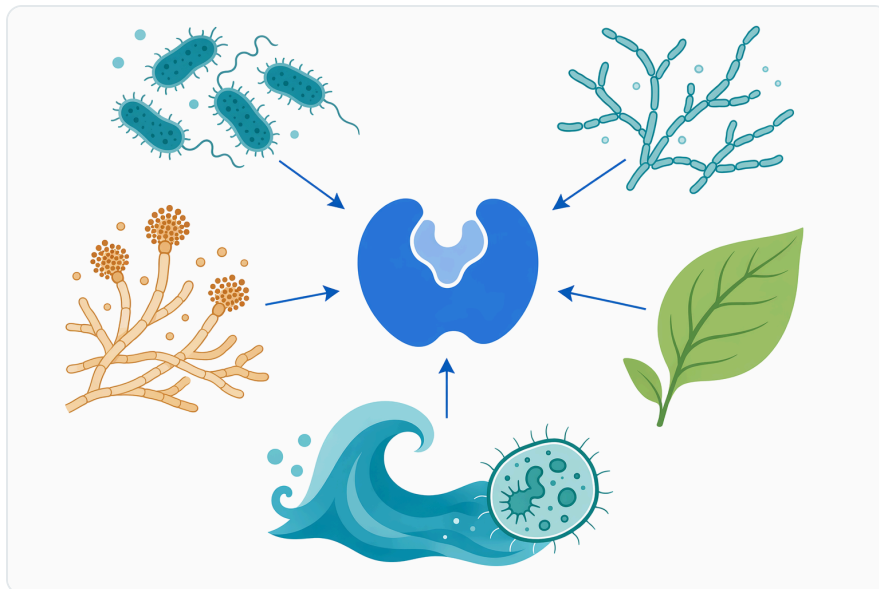


Figure 3. 알칼리성 프로테아제는 세균, 방선균, 진균, 식물 및 해양 관련 원천에서 보고된 기능성 효소 범주입니다.

ただし、食品タンパク質加水分解では、分解が進めば進むほど良いわけではありません。過度な分解は苦味ペプチドの増加、粘度低下、乳化安定性の変化、沈殿、色調変化、香味変化を招くことがあります。反対に分解が浅すぎると、溶解性や抽出性の改善が不十分です。酵素の種類、原料タンパク質の構造、pH、温度、反応時間、失活条件、後処理が最終物性を左右するため、アルカリ性プロテアーゼは「目的物性に合わせて反応を止める工程材料」として扱う必要があります^[2]。

飼料加工と副産物価値化

飼料分野では、大豆粕、魚粉、畜産副産物、発酵原料、植物タンパク質濃縮物などの処理で、タンパク質利用性や加工性の改善を目的にプロテアーゼが使われます。アルカリ性プロテアーゼは、原料タンパク質を部分的に低分子化し、消化酵素が作用しやすい形に近づけたり、発酵工程で微生物が利用しやすい窒素源を増やしたりする用途と相性があります。Bacillus属アルカリ性プロテアーゼのレビューでは、産業生産と応用領域の一つとして飼料・副産物処理に関連する利用が整理されています^[1]。

農産・食品加工廃棄物を基質として酵素生産に利用する研究も進んでいます。Aspergillus nigerによる紙廃棄物を含む新しい組合せ培地でのアルカリ性プロテアーゼ生産、また農産工業廃棄物を用いたスクリーニングと生産研究は、低価値副産物を酵素産業に組み込む方向性を示しています^[10]^[11]。これらはEnzymes.bioの製品製造を示すものではありませんが、アルカリ性プロテアーゼが資源循環型プロセスと結びつきやすい理由を理解するうえで有用です。

自治体固形廃棄物からアルカリ性プロテアーゼ産生菌を探索した研究もあります。これは、タンパク質を含む混合廃棄物環境が、アルカリ条件でタンパク質を分解できる微生物を見出す場になり得ることを示しています^[12]。実務上は、飼料化、堆肥化、発酵、廃液処理、可溶化などの目的に応じて、タンパク質分解をどの程度進めるかが工程設計の中心になります。

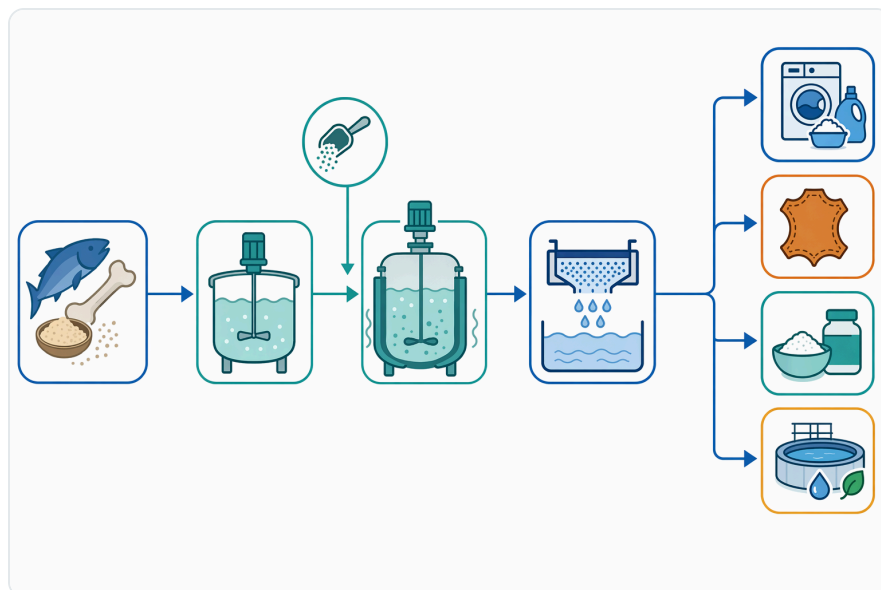


Figure 4. 세제 세척에서는 알칼리성 팽윤, 프로테아제에 의한 절단, 계면활성제 작용, 물리적 교반 및 헹굼이 함께 작용하여 단백질성 얼룩과 막을 제거합니다.

皮革、繊維、天然素材加工

皮革加工では、脱毛、ベーティング、不要タンパク質の除去が品質と環境負荷を左右します。従来の強アルカリや硫化物処理は効果が高い一方、排水負荷や臭気、皮品質への影響が課題になり得ます。アルカリ性プロテアーゼは、毛根周辺や非コラーゲン性タンパク質へ作用し、処理条件を緩和しながら脱毛・軟化を制御する手段として検討されてきました。アルカリ性プロテアーゼの応用レビューでは、皮革、洗剤、食品、廃棄物処理など、多分野での利用可能性がまとめられています[2]。

繊維分野では、絹のセリシン除去、タンパク質性汚れの処理、特殊天然繊維の表面改質などが関連します。アルカリ性プロテアーゼは、セルロースや合成繊維そのものを主標的にするのではなく、表面や繊維間に存在するタンパク質性成分へ作用する点が特徴です。処理が適切であれば、風合い、吸水性、染色前処理、汚れ除去性の改善につながる可能性があります。過処理は繊維強度や質感に影響することがあります[1]。

天然ゴム加工では、ゴム粒子表面やラテックス中のタンパク質が、物性、アレルギー性、加工安定性に影響することがあります。アルカリ性プロテアーゼとカルシウムイオンの相互作用を利用した天然ゴム研究は、タンパク質分解を材料性能向上と環境配慮型加工に結びつける例です[4]。このように、アルカリ性プロテアーゼは「洗う酵素」だけでなく、天然高分子材料の表面化学を調整する酵素としても扱われます。

微生物由来、植物由来、組換え酵素：研究対象の広がり

産業用アルカリ性プロテアーゼでは、*Bacillus*属が代表的な供給源として多く研究されています。*Bacillus thuringiensis*由来アルカリ性プロテアーゼの生産条件、部分精製、特性解析に関する研究は、工業応用を意識した微生物酵素探索の一例です[13]。*Bacillus*属が注目される理由には、細胞外に酵素を分泌しやすいこと、培養研究が蓄積していること、アルカリ性プロテアーゼの産業応用例が豊富であることが挙げられます。

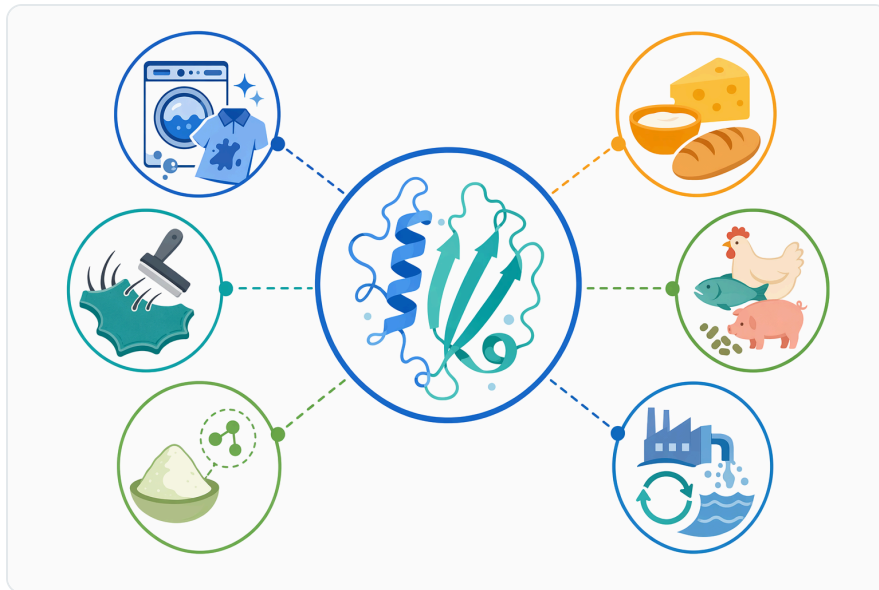


Figure 5. 알칼리성 프로테아제의 주요 응용 분야에는 세제 및 알칼리성 세척, 식품·사료 단백질 개질, 가죽 가공, 단백질이 풍부한 폐기물 처리 등이 포함됩니다.

一方で、Bacillus以外の微生物や植物由来酵素も研究対象です。Nocardiosis、Brevibacillus、Aspergillus、好塩環境由来微生物、さらにGalium aparineのような植物由来プロテアーゼが報告されており、それぞれ耐熱性、塩耐性、溶媒耐性、基質適応性などの特徴が検討されています^{[9][6]}。供給源が違えば、アミノ酸配列、糖鎖修飾、立体構造、至適条件、阻害剤応答、分解パターンが変わるため、同じ“alkaline protease”でも工程適性は同一ではありません。

組換え酵素や固定化酵素の研究も進んでいます。Bacillus safensis由来セリンアルカリ性プロテアーゼを組換え発現し、固定化して創傷治療用途に検討した研究では、遺伝子クローニング、異種発現、最適化、特性評価が行われています^[14]。これは医療用途を直接推奨するものではありませんが、アルカリ性プロテアーゼがタンパク質工学、固定化、バイオマテリアル応用の研究対象にもなっていることを示します。

Enzymes.bioでの位置づけ：1 kg単位でオンライン購入できるB2B酵素

Enzymes.bioは、アルカリ性プロテアーゼを含む酵素製品を供給するB2B向けサプライヤーです。製造業者や研究所としてではなく、産業・食品加工用途に使いやすいオンライン販売チャネルとして、1 kg単位の直接購入に対応しています。製品に関連するCoAおよびSDSは注文時に併せて提供されるため、受領後の社内保管、安全取り扱い、文書管理に利用できます。

アルカリ性プロテアーゼを導入する際は、「酵素を添加する」こと自体ではなく、どのタンパク質を、どの程度、どの工程段階で変化させたいかを明確にすることが重要です。洗剤であればタンパク質汚れの小分子化、食品であれば溶解性や抽出性の改善、飼料であれば原料タンパク質の処理、

皮革であれば不要タンパク質の制御除去、繊維であれば表面タンパク質の処理が中心になります。アルカリ性プロテアーゼの多用途性は、こうした工程課題がすべて「タンパク質の加水分解」に収束するためです^[2]。

Enzymes.bioのAlkaline Proteaseは、一般消費者向けの摂取用途ではなく、B2Bの産業・食品加工用途を想定した酵素として扱うべきです。製品はオンラインで1 kg単位で購入でき、CoAとSDSが注文時に提供されます。酵素はタンパク質であるため、保管、粉じん、吸入、皮膚・眼への接触、交差汚染防止などについては、提供されるSDSに沿った取り扱いが必要です。

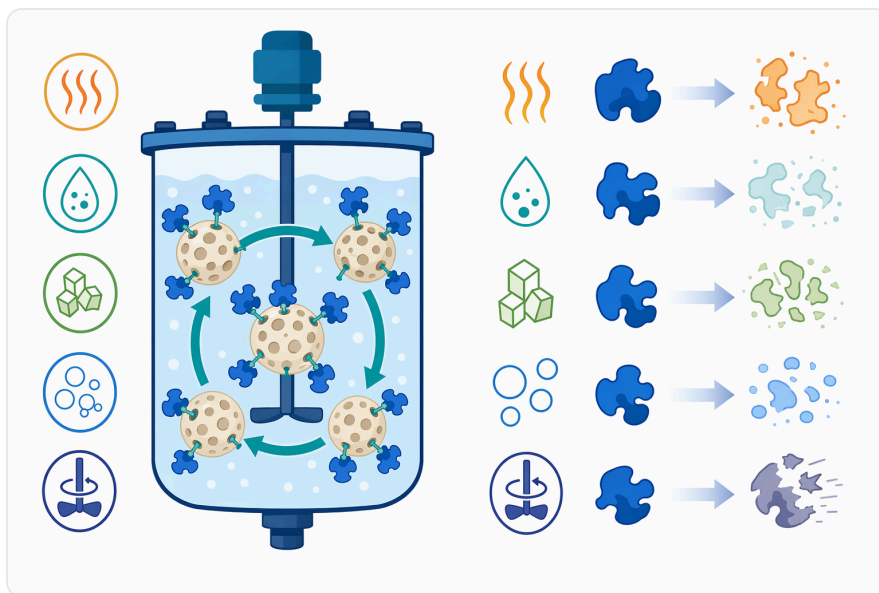


Figure 6. 고정화는 선택된 알칼리성 프로테아제 시스템이 기질과의 접촉을 유지하면서 재사용성을 높이고 공정 스트레스에 대한 저항성을 개선하는 데 도움이 될 수 있습니다.

用途別に見るアルカリ性プロテアーゼの実務価値

アルカリ性プロテアーゼの価値は、対象基質と工程目的を結びつけて考えると理解しやすくなります。洗剤では「落ちにくいタンパク質汚れを分解する」、食品では「原料タンパク質を加工しやすいペプチドへ変える」、飼料では「タンパク質原料の利用性を高める方向に処理する」、皮革・繊維では「不要タンパク質を選択的に除去または緩和する」という役割です。Bacillus属アルカリ性プロテアーゼの研究レビューは、こうした多分野応用を支える基本技術として、アルカリ条件で働くプロテアーゼの重要性を整理しています^[1]。

用途分野	主な処理対象	期待される工程上の効果	注意すべき変化
洗剤・工業洗浄	血液、卵、乳、食品残渣などのタンパク質汚れ	汚れの低分子化、分散性向上、洗浄補助	漂白成分、界面活性剤、保管条件による失活

用途分野	主な処理対象	期待される工程上の効果	注意すべき変化
食品加工	大豆、乳、肉、魚、植物タンパク質	可溶化、抽出性改善、ペプチド化	苦味、粘度、沈殿、風味変化
飼料加工	大豆粕、魚粉、発酵原料	タンパク質原料の前処理、利用性改善	原料ばらつき、過分解、熱履歴
皮革加工	毛根周辺タンパク質、非コラーゲン性タンパク質	脱毛、ベーティング、化学負荷低減の可能性	過処理による皮質変化
繊維・絹加工	セリシン、タンパク質性汚れ	精練、表面処理、汚れ除去	風合い・強度への影響
水産副産物	魚・エビ残渣、結合組織	可溶化、キチン回収前処理、ペプチド原料化	臭気、脂質酸化、塩分影響

まとめ：Alkaline Proteaseはアルカリ工程でタンパク質を制御する実用酵素

Alkaline Proteaseは、アルカリ性条件でタンパク質のペプチド結合を切断する酵素であり、洗剤、食品タンパク質加水分解、飼料加工、皮革、繊維、水産副産物処理、天然素材加工で利用されます。研究文献では、Bacillus属を中心とした微生物由来酵素の産業応用、耐熱性、洗剤適合性、耐塩性、溶媒耐性、タンパク質工学による基質選択性改善などが報告されており、用途ごとに求められるproperties of alkaline proteaseが異なることが分かります^{[1][3]}。

実務上は、アルカリ性プロテアーゼを万能添加剤としてではなく、タンパク質を「どこで、どの程度、どのような物性へ変えるか」を制御する工程補助材として扱うことが重要です。Enzymes.bioは、B2B向けにAlkaline Proteaseを1 kg単位でオンライン販売する供給業者であり、注文時にCoAおよびSDSが提供されます。洗浄、食品、飼料、皮革、繊維など、タンパク質分解を工程課題として持つ用途では、アルカリ性プロテアーゼが有効な選択肢になります。

Alkaline Protease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. Gautam, S. (2024). A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*.
2. Uba, G., Yakubu, A., Kabir, A., & Abdullahi, S. A. (2023). Biotechnological Significance and Applications of Alkaline Protease: A Review. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*.
3. Yu, X., Li, Y., Qian, Z., Wei, L., Xie, J., Tong, M., & Zhang, Y. (2024). Protein engineering of an alkaline protease from Bacillus licheniformis (BLAP) for efficient and specific chiral resolution of the racemic ethyl tetrahydrofuroate. *Enzyme and Microbial Technology*, 181, 110523 .
4. Dai, T., Li, Y., Huang, H., Ding, L., Li, J., Geng, H., Song, Y., ... et al. (2025). A Study on the Preparation of Environmentally Friendly High-Performance Natural Rubber Using the Interaction Mechanism of Alkaline Protease and Calcium Ions. *Polymers*, 17.
5. Majithiya, V., Ghoghari, A. M., & Gohel, S. (2025). Purification, characterization, structural elucidation, and industrial applications of thermostable alkaline protease produced by seaweed-associated Nocardiosis dassonvillei strain VCs-4. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141147 .
6. Rehman, K., Abdelrahman, E. A., Alissa, M., Khattak, N. S., Alghamdi, A., Alghamdi, S. A., Alshehri, M. A., ... et al. (2025). Thermostable and Solvent-Tolerant Alkaline Protease from Galium aparine: Purification and Industrial Applications. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 110529 .
7. Rejisha, R. P., & Murugan, M. (2025). Enzymatic Characterization of Alkaline Protease from a Novel Microorganism Isolated from a Halophilic Environment. *Current protein and peptide science*.
8. Alshehri, W., Alhothifi, S. A., Khaleel, A. F., Alqahtani, F. S., Hadrich, B., & Sayari, A. (2025). Production optimization of a thermostable alkaline and detergent biocompatible protease by Bacillus paramycoides WSA for the green detergent industry. *Scientific Reports*, 15.
9. Akkaya, S. N., Almansour, A., Altıntas, R., Şişecioglu, M., & Adiguzel, A. (2025). Purification, characterization, optimization, and docking simulation of alkaline protease produced by Brevibacillus agri SAR25 using fish wastes as a substrate. *Food Chemistry*, 471, 142816 .
10. Nouri, N., Sadeghi, L., & Marefat, A. (2024). Production of alkaline protease by Aspergillus niger in a new combinational paper waste culture medium. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
11. Meena, P., & Singh, V. (2024). Screening, isolation and production of alkaline protease from various agro-industrial wastes by using taguchi experimental design. *Ecology, environment & conservation*.
12. Bhuiyan, F., Emon, T. H., & Motaleb, M. A. (2024). Morpho-molecular identification of alkaline protease producing bacteria from municipal solid wastes in Bangladesh. *World Journal of Biology and Biotechnology*.
13. Mia, M., & Islam, M. (2025). Optimization of Production Conditions, Partial Purification, and Characterization of Alkaline Protease Enzymes from Bacillus thuringiensis for Industrial Applications. *Microbiology and Biotechnology Letters*.

14. El-Sayed, G., Agwa, M., Emam, M. T., Kandil, H., Abdelhamid, A., & Nour, S. (2024). Utilizing immobilized recombinant serine alkaline protease from Bacillus safensis lab418 in wound healing: Gene cloning, heterologous expression, optimization, and characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132286 .


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。