

Alkaline Lipase Enzyme For Detergents Alp01：洗剤用途向けアルカリ性リパーゼ酵素による油脂汚れ分解

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 Lipase Enzyme For Detergents Alp01 は、洗剤処方における油脂系汚れの分解を目的としたアルカリ性リパーゼ酵素です。リパーゼはトリグリセリドなどの脂質に含まれるエステル結合を加水分解し、皮脂、食用油、乳脂肪、調理油由来の汚れを界面活性剤で除去しやすい状態へ変える洗剤酵素として研究されています^[1]。Enzymes.bio は製造業者・研究所ではなく酵素原料の供給業者であり、Alp01 は 1 kg 単位でオンラインから直接購入でき、CoA と SDS は注文時に併せて提供されます。

Alp01 の位置づけ：油脂汚れを対象にした洗剤用アルカリ性リパーゼ

Alkaline Lipase Enzyme For Detergents Alp01 は、ランドリー洗剤、食器用洗剤、厨房・業務用洗浄剤など、油脂汚れを含む洗浄用途での使用を想定したアルカリ性リパーゼです。洗剤酵素の中で、プロテアーゼはタンパク質汚れ、アミラーゼはデンプン汚れ、セルラーゼなどは繊維表面や多糖系汚れに関与しますが、リパーゼは脂質のエステル結合を標的にする点で役割が明確です^[2]。

Enzymes.bio は Alp01 をオンラインで供給する立場であり、本記事は製造条件や研究所内データを Alp01 固有の結果として提示するものではありません。公開研究に基づき、アルカリ性リパーゼという酵素カテゴリが洗剤用途でなぜ利用されるのか、どのような汚れに作用するのか、処方上どのような意味を持つのかを、B2B の原料選定や処方理解に役立つ形で整理します。

洗剤用リパーゼの価値は、「油を乳化する」だけではなく、油脂分子そのものを化学的に小さな成分へ切断できる点にあります。界面活性剤は油滴を分散させ、アルカリ剤は汚れの膨潤や分散を助けますが、リパーゼはトリグリセリドのエステル結合を加水分解するため、油脂汚れの残留、再付着、におい、黄ばみの原因となる脂質成分に対して別の作用経路を加えます^[3]。

洗剤で問題になる油脂汚れとリパーゼの役割

衣類や食器に残る脂質汚れは、単純な「油膜」ではなく、皮脂、食用油、動植物脂、乳脂肪、ソース中の乳化油、肉由来脂質、酸化脂質などが混ざった複合汚れです。これらの多くは長鎖脂肪酸を含むトリグリセリドを中心に構成され、水だけでは濡れにくく、繊維や硬表面に広がって薄い膜として残りやすい性質を持ちます^[4]。

リパーゼは、脂質中のエステル結合を水の存在下で切断し、遊離脂肪酸、モノグリセリド、ジグリセリド、グリセロール関連成分などへ変換します。これにより、もとの疎水性油脂よりも界面活性剤に取り込まれやすくなり、洗浄液中への分散、すすぎ時の除去、繊維表面からの離脱が進みやすくなります^[5]。

この作用は、特に皮脂や調理油が繊維内部に浸透している場合に意味を持ちます。界面活性剤だけでは表面の油膜を乳化しても、繊維間に浸透した脂質や酸化して粘着性を増した油脂が残ることがありますが、リパーゼを加えると油脂分子が切断され、汚れ層の粘性や疎水性が下がる方向に働きます^[6]。

作用機序：アルカリ性リパーゼが油脂を落ちやすい形へ変える過程

リパーゼの基本反応は、トリアシルグリセロールのエステル結合を加水分解する反応です。洗浄液中では、油脂汚れが完全に水へ溶けるわけではなく、界面活性剤によって細かい油滴や混合ミセル状の構造として分散します。その油水界面にリパーゼが接近し、脂質基質のエステル結合へ水分子を反応させることで、油脂の分解が進みます^[1]。

多くのリパーゼでは、油水界面で酵素の活性部位が基質へ接近しやすくなる「界面活性化」が重要です。これは、酵素が水相中で均一に働くだけでなく、油滴表面、乳化脂質、繊維上の脂質膜などの界面で反応効率が高まることを意味します。洗剤処方では、界面活性剤が脂質を分散させ、リパーゼが分散した脂質へ作用するため、両者は競合成分ではなく相補的な成分として理解されます^[7]。

ただし、界面活性剤が常にリパーゼを助けるとは限りません。界面活性剤の種類や濃度、アルカリ剤、キレート剤、漂白系成分、香料、保存中の水分活性などは、酵素の立体構造や基質界面への吸着に影響します。そのため、洗剤用リパーゼには「油脂を分解できる」だけでなく、洗剤らしい化学環境の中で構造を保ち、洗浄時間内に作用できる安定性が求められます^[8]。

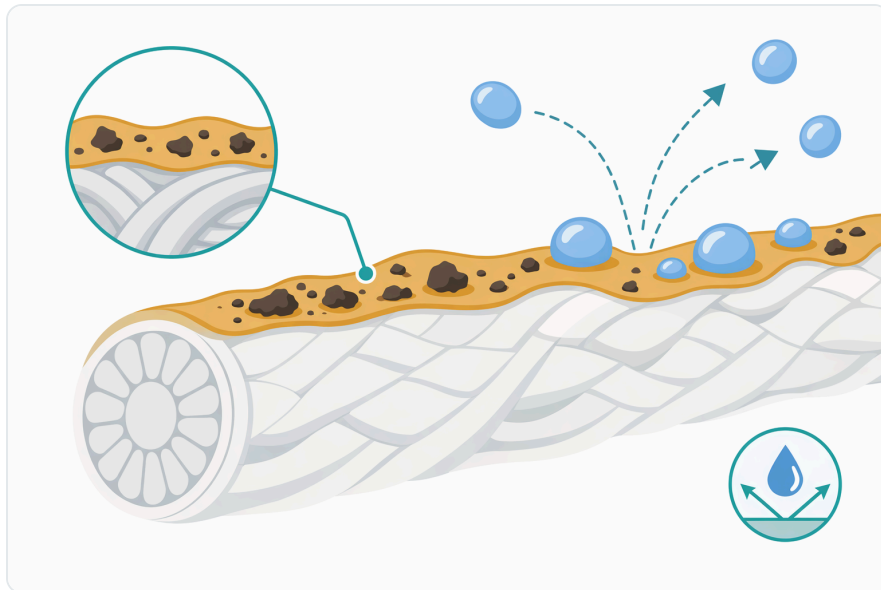


Figure 1. 기름때는 소수성 막이 직물이나 표면에 달라붙고 미세한 입자성 잔여물을 가둘 수 있기 때문에 쉽게 남아 있습니다.

なぜ「アルカリ性」が洗剤用途で重要なのか

多くの洗剤処方、油脂汚れや酸性汚れの分散、繊維からの汚れ離脱、界面活性剤の働きを支えるため、中性よりアルカリ側に設計されます。したがって、洗剤用リパーゼが中性付近でのみ働く場合、実際の洗浄液中では十分に作用できない可能性があります。アルカリ性リパーゼは、この処方環境に合わせて機能する酵素カテゴリとして研究されてきました^[3]。

アルカリ性環境では、タンパク質である酵素は電荷状態の変化、塩濃度、界面活性剤との相互作用により変性しやすくなります。洗剤用途で評価されるリパーゼ研究では、アルカリ条件での安定性、温度安定性、界面活性剤存在下での残存活性、実際の洗剤中での油污除去性能が重点的に扱われています^[9]。

たとえば、*Geobacillus stearothermophilus* FMR12 由来の thermoalkaliphilic lipase は、洗剤処方への適用を意識して最適化・精製・生化学的特性評価が行われています。論文タイトルが示すように、単なるリパーゼ活性ではなく、熱とアルカリに関連する性質を持つ酵素が洗剤用途で注目されている点が重要です^[9]。

同様に、*Staphylococcus aureus* 由来の thermo-alkaline lipase についても、洗剤処方への応用可能性を評価する研究が報告されています。これは、洗剤中でのリパーゼ利用が「脂質を分解する酵素なら何でもよい」という発想ではなく、アルカリ性、温度、洗剤成分との適合性を含む実用環境への適応性を前提としていることを示します^[4]。

洗剤用アルカリ性リパーゼに求められる機能特性

洗剤用アルカリ性リパーゼでは、第一に脂質基質への加水分解能が必要です。対象となる基質は、衣類や食器に付着する実際の油脂汚れであり、単一の実験基質ではありません。皮脂、植物油、動物脂、乳脂肪、ソース由来脂質は脂肪酸組成や酸化状態が異なるため、酵素の作用は処方全体の乳化・分散性能と組み合わせあって表れます^[10]。

第二に、アルカリ条件への耐性が必要です。アルカリ洗剤では、酵素の荷電状態、基質の分散状態、界面活性剤との相互作用が同時に変わります。Acinetobacter calcoaceticus 1-7 由来のアルカリ性リパーゼを洗剤処方向けにスクリーニング・特性評価した研究は、洗剤用途で「アルカリ性」を持つリパーゼが独立した探索対象になっていることを示しています^[3]。

第三に、洗浄温度に合った反応性と安定性が必要です。家庭用洗濯では低温から中温、業務用ではより高い温度域が想定される場合があります。Bacillus stearothermophilus 由来のリパーゼが「thermostable, alkaline and detergent-tolerant」として報告されているように、熱安定性と洗剤耐性は洗浄中の性能維持に直結する特性です^[7]。

第四に、界面活性剤や市販洗剤との共存性が必要です。洗剤中の酵素は、単独の緩衝液中で働くのではなく、アニオン性・非イオン性界面活性剤、ビルダー、キレート剤、香料、場合によっては漂白系成分を含む複合系に置かれます。Pseudomonas guariconesis 由来リパーゼの研究では、洗濯洗剤添加剤としての利用とバイオ触媒用途が並行して検討されており、洗剤環境での機能評価が用途判断に関係することが分かります^[10]。

洗剤処方内での相互作用：界面活性剤、アルカリ剤、他酵素

リパーゼは、洗剤中で界面活性剤と役割を分担します。界面活性剤は疎水性の油脂を水相へ分散し、繊維や硬表面から油汚れを引き離す物理化学的な役割を担います。一方、リパーゼは油脂分子を加水分解し、汚れの化学構造を変えることで、その後の乳化・分散・すすぎを支援します^[11]。

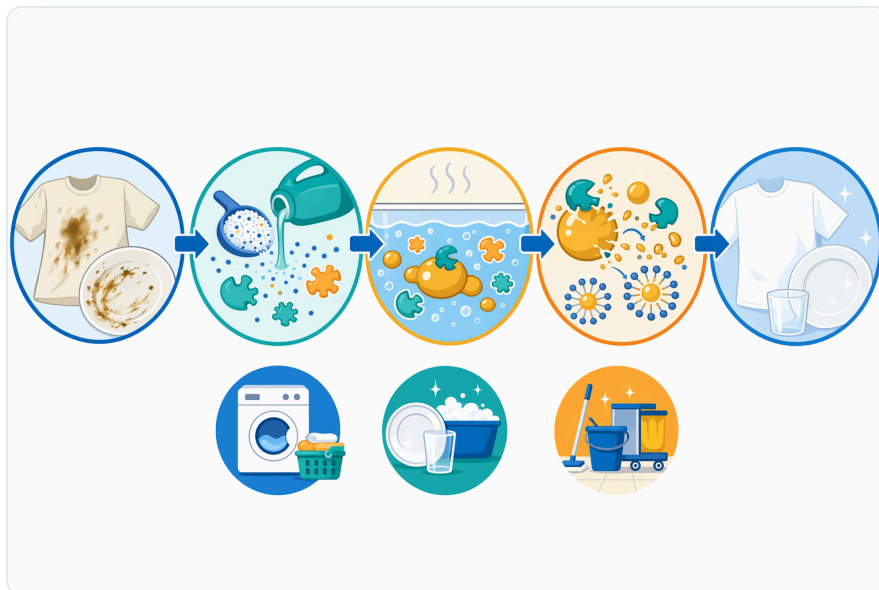


Figure 2. Alp01은 완전한 세제 시스템 안에서 리파아제 성분으로 작용하며, 이 시스템은 계면활성제, 빌더, pH 조절, 안정화제, 세탁 작용에도 의존합니다.

アルカリ剤は、油脂汚れの膨潤、脂肪酸塩形成、粒子汚れの分散などに関わります。リパーゼがアルカリ条件で機能すれば、洗剤の pH 設計と酵素反応を両立しやすくなります。ただし、極端な条件では酵素タンパク質の構造安定性が損なわれるため、洗剤用酵素としてはアルカリ性での安定性が中心的な評価項目になります^[12]。

他酵素との組み合わせでは、汚れの種類ごとに分解対象が異なります。たとえば、食品汚れは脂質、タンパク質、デンプン、色素、無機成分を同時に含むため、リパーゼだけで全体を処理するのではなく、プロテアーゼやアミラーゼと組み合わせることで複合汚れへの対応が広がります。洗剤酵素は、対象基質の違いによって処方内の役割が分かれる成分群です^[2]。

洗剤酵素の役割比較

酵素カテゴリー	主な対象汚れ	主要な反応・機能	洗剤処方での役割
リパーゼ	皮脂、食用油、乳脂肪、動植物油、ソース由来脂質	トリグリセリドなど脂質エステル加水分解	油脂汚れを分解し、界面活性剤による分散・除去を補助
プロテアーゼ	血液、卵、乳、肉汁、汗由来タンパク質	ペプチド結合の加水分解	タンパク質汚れを小さなペプチドへ分解
アミラーゼ	ご飯、麺、ソース、デンプン糊	デンプンのグリコシド結合を加水分解	デンプン汚れの粘着性を低下させる

酵素カテゴリー	主な対象汚れ	主要な反応・機能	洗剤処方での役割
セルラーゼ等	綿繊維表面の微細毛羽、植物由来多糖汚れ	多糖構造への作用	繊維表面の外観・汚れ離れを補助

この比較から分かるように、Alp01 の中心的な意味は「洗剤を酵素化する」ことではなく、洗剤処方の中に脂質汚れ専用の触媒機能を加えることです。油脂汚れを多く含む処方課題では、リパーゼの有無が界面活性剤だけの処方とは異なる洗浄挙動を生む可能性があります^[1]。

研究文献から見た洗剤用リパーゼの実用的根拠

洗剤用途向けリパーゼの研究では、多様な微生物由来酵素が報告されています。Chérif らは「newly high alkaline lipase」を洗剤処方への応用候補として扱い、高アルカリ性リパーゼが洗剤添加剤として注目される理由を示しています。これは、洗剤処方に適したリパーゼ探索が長く続いていることを示す代表的な研究です^[1]。

Abol-Fotouh らの研究では、*Geobacillus stearothermophilus* FMR12 由来の thermoalkaliphilic lipase が洗剤処方用途を意識して特性評価されています。温度とアルカリ性の両方に関係する性質を持つリパーゼは、家庭用だけでなく業務用洗浄や高めの洗浄温度を含む工程で関心を集めています^[9]。

Bacha らは *Staphylococcus aureus* 由来の thermo-alkaline lipase を洗剤処方への応用観点で評価しています。別研究では *Bacillus stearothermophilus* 由来の耐熱性・アルカリ性・洗剤耐性リパーゼも報告されており、菌種は異なっても、洗剤リパーゼ研究で求められる特性が共通していることが分かります^[4]。

Wang らによる *Acinetobacter calcoaceticus* 1-7 由来アルカリ性リパーゼの研究も、洗剤処方を目的としたスクリーニングと特性評価に位置づけられます。つまり、洗剤用途では、リパーゼ活性の有無だけでなく、実際の洗剤環境へ適応しやすい酵素を探索することが研究の中心になっています^[3]。

近年の研究では、低温洗浄への対応も重要なテーマです。*Marinobacter nanhaiticus* 由来の cold-adapted and robust alkaline lipase は、ランドリー洗剤性能を高める酵素として報告されており、低温条件でも油脂分解を進められるリパーゼが省エネルギー型洗濯と関連づけられています^[11]。

低温洗浄、省エネルギー、素材負荷の観点

洗濯工程で水を加熱するにはエネルギーが必要です。低温洗浄で汚れを落とせば、家庭用・業務用いずれでもエネルギー使用量の低減に結びつく可能性があります。リパーゼは、油脂汚れに対して温度だけに依存しない分解経路を提供するため、低温洗浄設計の一部として検討されます^[11]。

低温では油脂の粘度が高くなり、固化しやすい脂肪成分もあるため、界面活性剤だけでは油脂の分散が不十分になる場合があります。低温適応性を持つアルカリ性リパーゼは、この条件でも脂質エステルを加水分解し、油脂汚れの物性を変えることが期待されます。ただし、低温性能は酵素種、洗剤処方、汚れの種類、洗浄時間、繊維素材によって変わります^[13]。

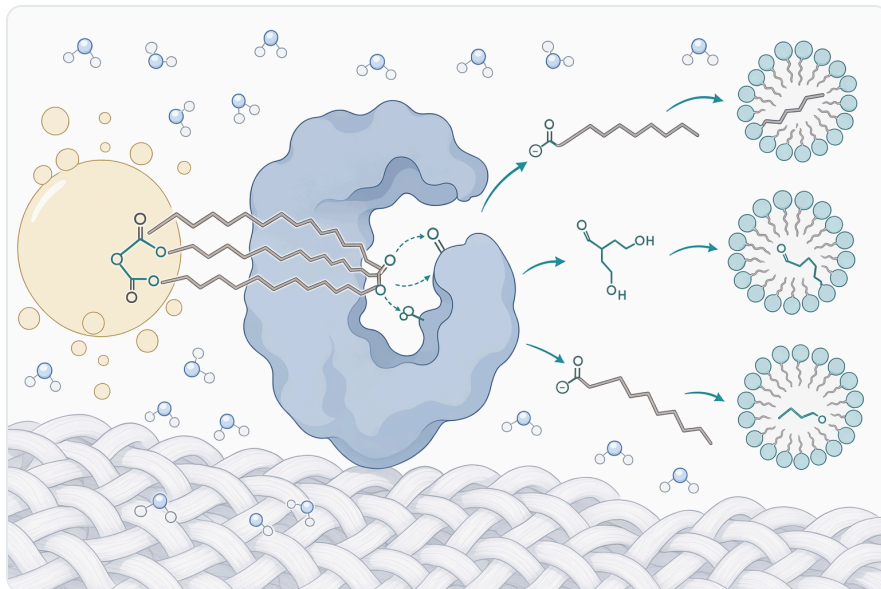


Figure 3. 알칼리성 리파아제는 트리글리세리드의 에스터 결합을 가수분해하여 디글리세리드, 모노글리세리드, 글리세롤, 유리 지방산과 같은 더 작은 지질 조각을 형성합니다.

熱に弱い繊維、色柄物、コーティング表面などでは、高温洗浄を避けたい場合があります。酵素による化学的分解を取り入れることで、強い熱や過度なアルカリ処方に依存しにくい洗浄設計が可能になります。これは「酵素だけで洗う」という意味ではなく、界面活性剤、アルカリ剤、機械力、洗浄時間のバランスを取りながら、油脂分解を酵素に分担させる考え方です^[14]。

用途別に見る Alp01 の適用イメージ

ランドリー洗剤：皮脂、食用油、乳脂肪の分解補助

ランドリー用途では、襟、袖、肌着、作業服、調理用ユニフォームなどに皮脂や食用油が蓄積しやすくなります。皮脂はタンパク質汚れや粒子汚れと混ざること、黄ばみ、におい、再汚染の足場になることがあります。リパーゼは脂質成分を分解することで、これらの複合汚れの中でも油脂部分に直接作用します^[6]。

業務用ランドリーでは、厨房衣料、食品工場衣料、ホテルリネン、医療・介護関連リネンなど、油脂汚れの種類や負荷が異なります。アルカリ性リパーゼを含む処方では、界面活性剤による乳化だけでなく、酵素的加水分解を組み込むため、脂質負荷の高い洗浄条件で処方設計の選択肢を広げます^[15]。

食器用洗剤・厨房洗浄：調理油と動物脂への作用

食器や厨房表面には、植物油、バター、クリーム、肉脂、チーズ、ドレッシング、乳化ソースなどが残ります。これらは温度が下がると固化・粘着しやすく、表面に薄い油膜を形成します。リパーゼは、油脂を構成するエステル結合を切断することで、油膜の性質を変え、界面活性剤による除去を補助します^[16]。

厨房洗浄では、短時間接触、温度変動、硬水成分、食品由来の複合汚れが問題になります。リパーゼは脂質汚れに特化した触媒であるため、タンパク質汚れや焦げ付き汚れを単独で解決するものではありませんが、油脂層が他の汚れを抱き込んでいる場合には、その油脂層を分解することで全体の洗浄性に影響を与えます^[17]。

産業・施設清掃：脂質を含む排水・表面汚れへの関心

リパーゼは洗剤用途に限らず、脂質を多く含む廃水や油脂廃棄物の処理に関する研究でも扱われています。Thermotoga petrophila 由来の thermo-alkaline and detergent-stable lipase は、洗浄添加剤としての応用と油脂廃棄物分解の両面で報告されています^[17]。

脂質リッチな排水や表面汚れでは、油脂が配管、床面、機器表面に付着し、悪臭やバイオフィーム形成の足場になることがあります。アルカリ性・洗剤耐性を持つリパーゼは、こうした脂質負荷の高い洗浄環境で、界面活性剤やアルカリ洗剤と組み合わせて検討される酵素カテゴリです^[14]。

強い根拠と限定して読むべき根拠

強い根拠として、リパーゼが脂質エステルを加水分解する酵素であり、洗剤用途では油脂汚れを分解する役割を担うという点があります。これは、個別酵素に依存する以前の基本的な酵素機能であり、洗剤酵素の中でリパーゼが脂肪汚れ担当として分類される理由でもあります^[2]。

また、複数の研究で、異なる由来のアルカリ性リパーゼ、耐熱性リパーゼ、洗剤耐性リパーゼが洗剤処方または洗濯性能に関連して評価されています。Geobacillus、Staphylococcus、Bacillus、Acinetobacter、Marinobacter、Aspergillus、Fusarium など、由来は異なっても、洗剤用途で求められる性質が繰り返し検討されていることは、この酵素カテゴリーの実用的妥当性を支えます^[9]。



Figure 4. 세제 효소마다 표적으로 하는 얼룩의 화학적 특성이 다르며, 리파아제는 단백질, 전분, 셀룰로오스 관련 오염 또는 만난이 아니라 지방과 기름에 중점을 둡니다.

一方で、公開論文の結果を Alp01 の個別性能として読み替えることはできません。各研究は特定の菌株、特定の精製酵素、特定の洗剤、特定の汚れモデル、特定の温度・pH 条件で行われています。したがって、本記事で引用する研究は、Alp01 の直接試験結果ではなく、洗剤用アルカリ性リパーゼというカテゴリーの科学的背景を示すものです^[8]。

この区別は、B2B 文書として非常に重要です。「あらゆる油汚れを必ず除去する」といった表現は、酵素の実際の働き方を過度に単純化します。より正確には、Alp01 は油脂汚れを対象とする酵素的加水分解機能を洗剤処方へ追加する原料であり、その効果は処方、洗浄条件、汚れの組成、接触時間、基材によって決まります^[12]。

洗剤処方での考え方：万能成分ではなく脂質分解コンポーネント

Alp01のような洗剤用アルカリ性リパーゼは、洗剤処方の中で脂質分解を担うコンポーネントとして位置づけるのが現実的です。界面活性剤が油脂を分散し、ビルダーが水質や汚れ分散を支え、アルカリ剤が洗浄環境を整え、他酵素がタンパク質やデンプン汚れに作用する中で、リパーゼは油脂エステルの加水分解を担当します^[1]。

粉末洗剤、液体洗剤、濃縮洗剤、食器用洗剤では、酵素が置かれる環境が異なります。水分、界面活性剤の種類、pH、保存温度、相溶性成分の有無は酵素安定性に影響します。洗剤用リパーゼ研究で「detergent-tolerant」や「detergent-stable」といった表現が頻繁に使われるのは、洗剤そのものが酵素にとって過酷な化学環境になり得るためです^[7]。

実用上は、リパーゼが作用するために油脂基質、水、適切な接触時間、界面へのアクセスが必要です。機械力が弱すぎる場合、油脂が大きな塊として残る場合、漂白剤や強い酸化成分が酵素構造へ影響する場合など、処方や工程によって反応環境は変わります。そのため、リパーゼは単体で洗浄課題を解決する薬剤ではなく、処方全体の中で役割を設計する酵素原料です^[14]。

Alp01 を利用する利点

第一の利点は、脂質汚れに対して化学的な分解経路を追加できることです。油脂汚れは界面活性剤で乳化できますが、リパーゼが脂質エステルを切断することで、油脂層そのものの構造が変化し、洗浄液中へ移行しやすくなります^[5]。

第二の利点は、低温洗浄や省エネルギー型洗浄への処方設計に組み込みやすいことです。冷水または低温条件では、油脂の粘性や固化が洗浄性を下げることがありますが、低温条件でも働くアルカリ性リパーゼに関する研究は、洗剤性能向上の方向性として注目されています^[11]。

第三の利点は、他の洗剤酵素と役割分担しやすいことです。食品汚れや衣類汚れは脂質だけで構成されることは少なく、タンパク質、デンプン、色素、無機粒子を含みます。リパーゼはその中で脂質部分を担当するため、プロテアーゼやアミラーゼと組み合わせた複合汚れ対応処方の一要素になります^[2]。

第四の利点は、界面活性剤やアルカリ剤への依存だけでは説明しにくい汚れ分解機能を加えられることです。洗剤耐性リパーゼに関する研究では、洗剤中での安定性や油脂除去への寄与が評価されており、酵素添加が洗浄性能を補助する手段として扱われています^[4]。



Figure 5. Alp01은 세탁 세제, 농축형 제품, 상업용 세탁, 섬유 전처리 및 딱딱한 표면용 세정제에서 지질 얼룩을 관리하도록 설계되었습니다.

安全性と取り扱いの基本理解

酵素はタンパク質性の生体触媒であり、原料として扱う場合には粉じんやエアロゾルの吸入、皮膚・眼への接触を避けるなど、産業原料としての管理が必要です。洗剤酵素は少量で反応を促進しますが、作業環境では感作性などの観点から適切な取り扱いが求められます^[2]。

Alp01 については、注文時に CoA と SDS が併せて提供されます。安全な保管、取り扱い、応急措置、廃棄に関する具体情報は SDS に基づいて確認する情報であり、本記事では一般的な酵素原料としての注意にとどめます。

酵素を含む洗剤処方では、酵素の安定性だけでなく、最終製品での使用者安全性、表示、製品形態、粉じん発生リスク、保管安定性なども考慮されます。これらは洗剤製品としての設計課題であり、リパーゼ原料の機能説明とは分けて理解する必要があります^[2]。

Enzymes.bio での提供形態

Alkaline Lipase Enzyme For Detergents Alp01 は、Enzymes.bio から 1 kg 単位でオンライン直接購入できる洗剤用途向け酵素原料です。Enzymes.bio は製造業者や研究所ではなく供給業者であり、製造工程、菌株開発、研究所試験結果を自社製造データとして提示する立場ではありません。

注文時には CoA と SDS が併せて提供されます。CoA は注文品に関連する品質文書、SDS は取り扱い・保管・安全性情報を確認するための文書として位置づけられます。製品ページからオンラインで購入し、注文処理と配送へ進む形の供給形態です。

まとめ：Alp01 は油脂汚れ分解を担う洗剤酵素原料

Alkaline Lipase Enzyme For Detergents Alp01 は、洗剤処方に脂質エステルの加水分解機能を追加するアルカリ性リパーゼ酵素です。皮脂、食用油、乳脂肪、動植物油、ソース由来脂質などの油脂汚れに対し、界面活性剤による乳化・分散と組み合わせて、汚れを除去しやすい状態へ変える役割を担います^[1]。

研究文献では、複数の由来を持つアルカリ性、耐熱性、洗剤耐性、低温適応性リパーゼが、洗剤処方やランドリー性能の観点から検討されています。これらの知見は Alp01 個別の性能保証ではありませんが、洗剤用途でアルカリ性リパーゼが有用な酵素カテゴリとして扱われる科学的根拠を示しています^[11]。

Enzymes.bio は Alp01 を 1 kg 単位でオンライン供給し、注文時に CoA と SDS を提供します。Alp01 は、油脂汚れ対応型のランドリー洗剤、食器用洗剤、厨房・業務用洗浄剤などで、脂質分解を担う酵素コンポーネントとして位置づけられます。

Alkaline Lipase Enzyme For Detergents Alp01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 Lipase Enzyme For Detergents Alp01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. Chérif, S., Mnif, S., Hadrich, F., Abdelkafi, S., & Sayadi, S. (2011). A newly high alkaline lipase: an ideal choice for application in detergent formulations. *Lipids in Health and Disease*, 10, 221 - 221.
2. Detergent Enzymes. *Wikipedia*.
3. Wang, H., Zhong, S., Ma, H., Zhang, J., & Qi, W. (2012). Screening and characterization of a novel alkaline lipase from Acinetobacter calcoaceticus 1-7 Isolated from bohai bay in china for detergent formulation. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43, 148 - 156.
4. Bacha, A. B., Al-Assaf, A., Moubayed, N., & Abid, I. (2016). Evaluation of a novel thermo-alkaline Staphylococcus aureus lipase for application in detergent formulations. *Saudi Journal of Biological*

Sciences, 25, 409 - 417.

5. Hasnaoui, I., Dab, A., Mechri, S., Abouloifa, H., Saalaoui, E., Jaouadi, B., Noiriél, A., ... et al. (2022). Purification, Biochemical and Kinetic Characterization of a Novel Alkaline sn-1,3-Regioselective Triacylglycerol Lipase from *Penicillium crustosum* Thom Strain P22 Isolated from Moroccan Olive Mill Wastewater. *International Journal of Molecular Sciences*, 23.
6. Mehta, A., Gupta, A., Bhardwaj, K., & Gupta, R. (2021). A Purified Alkaline and Detergent-Tolerant Lipase from *Aspergillus fumigatus* with Potential Application in Removal of Mustard Oil Stains from Cotton Fabric. *Tenside Surfactants Detergents*, 58, 442 - 451.
7. Bacha, A. B., Moubayed, N., & Abid, I. (2015). Thermostable, alkaline and detergent-tolerant lipase from a newly isolated thermophilic *Bacillus stearothermophilus*. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 52 2, 179-88 .
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. Abol-Fotouh, D., AlHagar, O. E. A., & Hassan, M. (2021). Optimization, purification, and biochemical characterization of thermoalkaliphilic lipase from a novel *Geobacillus stearothermophilus* FMR12 for detergent formulations. *International Journal of Biological Macromolecules*.
10. Devi, R., Nampoothiri, K. M., Sukumaran, R. K., Sindhu, R., & Arumugam, M. (2020). Lipase of *Pseudomonas guariconesis* as an additive in laundry detergents and transesterification biocatalysts. *Journal of Basic Microbiology*, 60, 112 - 125.
11. Cai, Q., Zhang, H., Zhao, B., Ren, L., Wang, Y., & Wang, F. (2024). A cold - adapted and robust alkaline lipase from *Marinobacter nanhaiticus* boosts laundry detergent performance. *Journal of Surfactants and Detergents (JSD)*.
12. Dab, A., Hasnaoui, I., Mechri, S., Allala, F., Bouacem, K., Noiriél, A., Bouanane-Darenfed, A., ... et al. (2023). Biochemical characterization of an alkaline and detergent-stable Lipase from *Fusarium annulatum* Bugnicourt strain CBS associated with olive tree dieback. *PLoS ONE*, 18.
13. Akbari, E., Beheshti-Maal, K., & Nayeri, H. (2016). Production and Optimization of Alkaline Lipase by a Novel Psychrotolerant and Halotolerant Strain *Planomicrobium okeanoikoites* ABN-IAUF-2 Isolated from Persian Gulf. *International Journal of Medical Research and Health Sciences*, 5, 139-148.
14. Ariaeenejad, S., Kavousi, K., Han, J., Ding, X., & Salekdeh, G. (2022). Efficiency of an alkaline, thermostable, detergent compatible and organic solvent tolerant lipase with hydrolytic potential in biotreatment of wastewater. *Science of the Total Environment*, 161066 .
15. Ktata, A., aida, Mnif, I., Sayari, A., & Bezzine, S. (2019). Enhancement of *Aeribacillus pallidus* lipase production through optimization of medium composition using Box behnken design and its application in detergents formulations.
16. Noxhaka, M., Nnolim, N., Mpaka, L., & Nwodo, U. (2025). Biocatalytic Potential of a *Raoultella terrigena*-Derived Lipolytic Enzyme for High-Performance Detergents. *Fermentation*.

17. Akram, F., Fatima, T., & Haq, I. U. (2024). Auto-induction, biochemical characterization and application of a novel thermo-alkaline and detergent-stable lipase (S9 peptidase domain) from Thermotoga petrophila as cleaning additive and degrading oil/fat wastes.. *Bioorganic chemistry (Print)*, 151, 107658 .


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。