

令和7年2月21日

石川県公立大学法人 石川県立大学

バイオエタノール生産に重要な酵素β-グルコシダーゼの耐熱化に成功

石川県立大学生物資源工学研究所の松崎千秋講師と熊谷英彦参与、中島由香里研究員、食品科学科の本多裕司教授、小柳喬准教授らの研究グループは、バイオエタノール生産に重要な酵素β-グルコシダーゼの熱安定性を9.2℃向上させることに成功しました。

概要

β-グルコシダーゼ（用語1）は、自然界に最も豊富に存在するバイオマスであるセルロースを分解する際に重要な酵素です。セルロースからのバイオエタノール生産だけではなくデンプンからのバイオエタノール生産においても原料の可溶性を高めるために利用されている酵素ですが、熱への安定性が低いことが効率的なバイオエタノール生産を妨げていました。石川県立大学の研究グループは、京都大学の片山高嶺教授、加藤紀彦准教授、東北大学の日高将文助教、大阪公立大学の石川一彦客員研究員らとの共同研究で、β-グルコシダーゼ遺伝子にランダム変異手法（用語2）および部位特異的サチュレーション変異手法（用語3）を用いて安定化変異を導入し、この酵素の熱への安定性を9.2℃向上させることに成功しました（図1）。熱への安定性が高くなると反応速度の速い高温で反応を行うことができるため、バイオエタノール生産効率が高まります。また高温でバイオエタノール生産タンクを運用できると、冷却コストが不要となる、他の微生物による汚染を排除できる、などの利点もあるため、今後バイオエタノール産業への利用が期待されます。

さらに、野生型と耐熱化酵素の結晶構造を明らかにしてその詳細構造を比較し、酵素の安定化に重要な構造変化を明らかにしました（図2）。この安定化に寄与する構造変化は、他の産業用酵素にも応用することができるため、この酵素安定化技術を通じて効率的なモノづくりに貢献することができます。

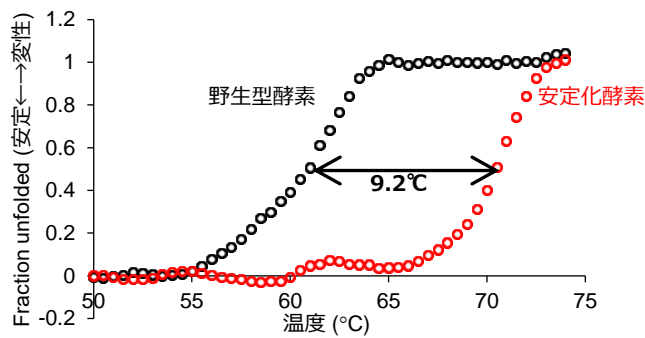


図1 β -グルコシダーゼの9.2°C耐熱化。
野生型酵素の熱変性曲線の中点温度は60.7°Cであるが、安定化変異導入によって69.9°Cに上昇した。

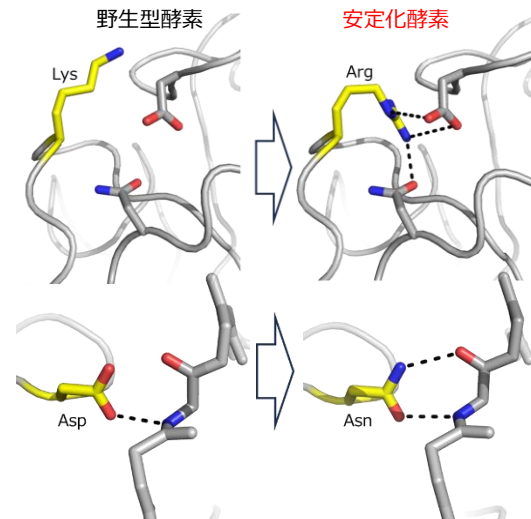


図2 安定化による β -グルコシダーゼ構造の変化。
水素結合やイオン性相互作用の導入など、安定性を強化する構造変化が認められた。

<用語解説>

- (1) β -グルコシダーゼ：セルロース分解の最終段階で働く酵素であり、セロオリゴ糖をグルコースに分解する活性をもつ。
- (2) ランダム変異手法：酵素の遺伝子にランダムに変異を導入して、目的の優れた機能をもつ酵素を作製する方法。
- (3) 部位特異的サチュレーション変異手法：酵素の中の1か所のアミノ酸部位に注目し、20種類のアミノ酸の中で最も優れた機能をもつアミノ酸を選抜する方法。

本成果は国際誌「Proceedings of the Japan Academy, Series B」2025年2月20日付オンライン版に掲載されました。

<問い合わせ先>

松崎 千秋

石川県立大学 生物資源工学研究所 応用微生物学研究室

〒921-8836 石川県野々市市末松1丁目308番地

tel:076-259-0435 (外線)

E-mail: chiaki@ishikawa-pu.ac.jp