

奈良県文化教育記者クラブ、学研都市記者クラブ、
大阪科学・大学記者クラブ、京都経済記者クラブ、
大阪商工記者会 同時配布



奈良先端大



GЕККЕIKAN

奈良先端科学技術大学院大学×月桂冠総合研究所 第4報 麹菌により生産したPET（難分解性プラスチック）分解酵素の 評価と生産性改善

国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学（学長・塩崎一裕、奈良県生駒市）の吉田昭介教授（所属：先端科学技術研究科バイオサイエンス領域）と、月桂冠株式会社（社長・大倉治彦、本社・京都市伏見区）総合研究所は共同研究により、1.日本酒などの製造に用いられる麹菌で生産したPET分解酵素が、他の細菌との比較で、より分解活性が高いことを明らかにしました。また、2.麹菌の培養条件を検討することによりPET分解酵素の生産性を向上させました。

背景

ペットボトルなどに用いられるPET樹脂は難分解性プラスチックの一つであり、環境汚染を引き起こす要因となっています。プラスチックを原料まで戻してリサイクルする技術の一つはケミカルリサイクル法であり、廃棄物をほとんど出さずに資源を繰り返し利用できることから、近年では循環経済型リサイクル法として注目を集めています。PETについてはケミカルリサイクル技術が確立されていますが、より環境負荷を低減させる可能性のあるPET分解酵素（以下、PETase）によるリサイクル技術の開発が注目されています。この技術には、安定で高活性なPET分解酵素が大量に必要となります。

1. 麹菌で生産したPET分解酵素の糖鎖付加評価

これまで、PET分解酵素の知見・技術をもつ奈良先端大（PETaseの性能評価を担当、文献1）と、麹菌の酵素生産技術をもつ月桂冠（麹菌の育種とPETase生産を担当）で、2020年から共同研究を継続してきました。麹菌でPET分解酵素を生産すると多量の糖鎖が付加されること、そして麹菌の育種によって付加される糖鎖の量を大幅に減らすことで酵素の働きやすさが高められることを明らかにしてきました（文献2）。そこで今回、糖鎖付加による酵素学的諸性質を検討するために、糖鎖が多量に付加される麹菌で生産したPET分解酵素と、糖鎖が全く付与されない大腸菌で生産したPET分解酵素とを比較・検証しました。

その結果、糖鎖が付加されることにより、熱安定性が改善すること、酵素活性が改善することが明らかとなりました。糖鎖付加は、酵素安定性の改善（熱安定性・プロテアーゼ耐性）や、溶解性の改善に寄与することが知られており、今後、酵素活性が改善した要因を明らかにする予定です。

酵素学的諸性質を比較した結果を下図に示します。

PET分解酵素の諸性質比較（イメージ）

PET分解酵素 (図はイメージ)	酵素タンパク質		糖鎖
			
生産宿主	大腸菌	麹菌（糖鎖減容育種）	麹菌
糖鎖付加量	なし	わずか	多量
熱安定性*	±0℃（基準）	約+3.6℃	約+4.6℃
高分子PET 分解活性**	1倍(基準)	約7倍	約3倍

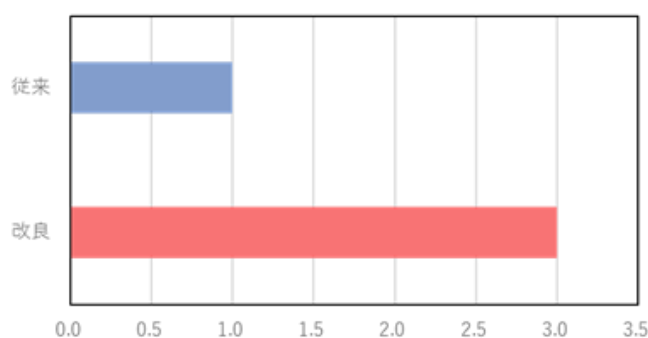
*: Protein thermal shift(Applied Biosystems社)による。大腸菌PET分解酵素を基準とした。温度が高いほど熱安定性が高くなる。

**：低分子PET(pNP-butyrate)を基質とした場合は、糖鎖付加量にかかわらず活性に大差がないことを確認している。

2. 麹菌での PET 分解酵素（FAST-PETase）生産改善の検討

これまで、麹菌を育種することにより、FAST-PETase の生産について検討してきました。今回は培養条件、特に培地条件について検討しました。炭素源、窒素源、培養期間などの条件を変えて検討したところ、およそ 3 倍程度、生産性を改善させることができました。

PET分解酵素生産性の比較（イメージ）*



*従来（3日間培養）を1とした時の相対値

引用文献・参照 URL

- 1) Yoshida S. *et al.*, Science (2016), doi: 10.1126/science.aad6359.
- 2) 月桂冠総合研究所・研究紹介 <https://www.gekkeikan.co.jp/RD/bio/bio10/>

学会での発表

今回の研究成果は、第 76 回日本生物工学会大会（会期 2024 年 9 月 8 日～10 日）で発表しました。

学会名：第 76 回日本生物工学会大会（主催：公益社団法人日本生物工学会）

日時：2024 年 9 月 10 日 16 時 42 分～17 時 06 分（演題 1 と 2 の連続発表時間）

会場：東京工業大学 大岡山キャンパス

演題 1：麹菌 *Aspergillus oryzae* による PET 分解酵素の発現（1）～培養検討による生産量の最大化～

発表者：○伊出健太郎 1、戸所健彦 1、中村莉彩 2、河野恵美 2、佐貫理佳子 2、吉田昭介 2、石田博樹 1（1 月桂冠・総研、2 奈良先端大）（○印は演者）

演題 2：麹菌 *Aspergillus oryzae* による PET 分解酵素の発現（2）～糖鎖付加 PETase の機能解析～

発表者：○中村莉彩 1、河野恵美 1、佐貫理佳子 1、戸所健彦 2、伊出健太郎 2、石田博樹 2、吉田昭介 1（1 奈良先端大、2 月桂冠・総研）（○印は演者）

各研究機関概要

・国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学

先端科学技術の基盤となる情報科学、バイオサイエンス及び物質創成科学の研究領域に加え、これらの融合領域において世界レベルの先進的な研究を推進し、更なる深化と融合、そして新たな研究領域の開拓を進めています。最先端の研究成果に基づく体系的な教育を通じて、世界と未来の問題解決や先端科学技術の新たな展開を担う「挑戦性、総合性、融合性、国際性」を持った人材を育成し、もって科学技術の進歩と社会の発展に貢献します（学長＝塩崎一裕、所在地＝〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916 番地の 5）。

・月桂冠総合研究所

1909（明治 42）年、11 代目の当主・大倉恒吉が、酒造りに科学技術を導入する必要性から業界に先駆けて設立した「大倉酒造研究所」が前身。1990（平成 2）年、名称を「月桂冠総合研究所」とし、現在では、酒造り全般の基礎研究、バイオテクノロジーによる新規技術の開発、製品開発まで、幅広い研究に取り組んでいます（所長＝石田博樹、所在地＝〒612-8385 京都市伏見区下鳥羽小柳町 101 番地）。

【研究に関する問合せ先】

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 バイオサイエンス領域 環境微生物学研究室
教授 吉田 昭介 ssk-yoshida@bs.naist.jp

【プレスリリースに関する問合せ先】

奈良先端科学技術大学院大学 企画総務課 渉外企画係

〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916 番地の 5

TEL：0743-72-5112 FAX：0743-72-5011 E-mail：s-kikaku@ad.naist.jp