

二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と  
生産物活用のための基盤技術の創出

平成 25 年度採択研究代表者

H25 年度  
実績報告

大西 康夫

東京大学 大学院農学生命科学研究科  
教授

高性能イミダゾール系バイオプラスチックの一貫生産プロセスの開発

## § 1. 研究実施体制

### (1) 大西グループ

- ① 研究代表者: 大西 康夫 (東京大学大学院農学生命科学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・ポリマー原料となる芳香族化合物を生産する微生物の創製

### (2) 金子グループ

- ① 主たる共同研究者: 金子 達雄 (北陸先端科学技術大学院大学マテリアルサイエンス研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・新規バイオベースポリベンズイミダゾールの開発

### (3) 荻野グループ

- ① 主たる共同研究者: 荻野 千秋 (神戸大学大学院工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・植物バイオマスを原料とした芳香族ポリマー原料の発酵生産

### (4) 高谷グループ

- ① 主たる共同研究者: 高谷 直樹 (筑波大学生命環境系、教授)
- ② 研究項目
  - ・ポリマー原料となる芳香族化合物を生産する微生物の創製

## § 2. 研究実施の概要

本研究の達成目標は、セルロースを原料とした芳香族化合物の微生物発酵生産システムを確立し、発酵生産される芳香族化合物を原料としたポリベンズイミダゾール (PBI) 系新規ポリマーを開発することにより、実バイオマスから PBI 系ポリマーを生産する一貫プロセスを構築することである。本年度は各研究グループが、今後の連携ポイントを意識しつつ、それぞれの要素技術開発を進めた。その結果、研究開始前に行ってきた予備実験の結果と合わせて、以下のような研究成果が得られた。

3-アミノ-4-ヒドロキシ安息香酸 (3,4-AHBA) のセルロースバイオマスからの発酵生産 (課題 1-1) に関しては、3,4-AHBA 合成酵素遺伝子オペロン (*grilH*) を導入した放線菌およびコリネ型細菌を用いた。放線菌での 3,4-AHBA 生産では、実バイオマスに含まれるキシロース成分を炭素源として使用したほうが、資化効率が高いことが明らかとなった。コリネ型細菌を用いた 3,4-AHBA 生産では、ソルガム搾汁液からの直接生産に成功した。現時点で、いずれの場合でも 2~3g/L の生産を達成できた。

PBI 合成における基幹ジアミン 3,4-ジアミノ安息香酸 (3,4-DABA) を 3,4-AHBA からの化学合成で生産すること (課題 1-2) に関しては、3 位のアミノ基をニトロ基に酸化することで、隣接するヒドロキシル基のアニリン基への変換 (スマイルズ転移) が効率よく進むことを見だし、これを達成した。さらに、今後の 3,4-DABA 重合の検討の一環として、3,4-AHBA の重合性の確認も行った。

共重合用アミンの原料となるカフェ酸を生産する大腸菌の構築 (課題 2-1) に関しては、放線菌由来のチロシンアンモニアラーゼ遺伝子とシュードモナス属細菌由来のフラビン依存型酸化還元酵素遺伝子を発現させることで、これを達成した (現時点での生産量は 80 mg/L)。また、放線菌由来新規 P450 (CYP102) の利用についても検討した。

共重合用アミンの原料化合物としてのモノアミンの生産 (課題 2-2) に関しては、既に構築済みの 4-アミノフェニルアラニン生産菌を活用して 4-アミノフェニル酢酸 (4-APAA) の生産に取り組んだ。酵母の ARO10 (フェニルピルビン酸脱炭酸酵素) を発現させた大腸菌が 4-アミノフェニルアラニンを 4-アミノフェニルアセトアルデヒドに変換可能であることを見出した。

カフェ酸 (3,4-ジヒドロキシ桂皮酸) からのジアミン合成 (課題 2-3) に関しては、スマイルズ転位による 3,4-ジアミノ桂皮酸 (3,4-DACA) の合成の検討を開始した。4-ヒドロキシ桂皮酸を用いた実験により、カルボキシビニル基が電子吸引性基としてスマイルズ転位にポジティブに機能することを明確にした。

新規モノアミン、ジアミン化合物の探索 (課題 4-1) に関しては、ジアミン系芳香族モノマーの呈色反応系に着目したスクリーニング系の開発を行った。また、スクリーニング源となる研究室凍結保存菌株 (菌類を中心とした ~200 のタイプカルチャー) の復活と育成を行い、パイロットスクリーニングを開始した。

### § 3. 成果発表等

#### (3-1) 原著論文発表

##### 論文詳細情報

1 Kai Kan, Hiroyuki Yamamoto, Daisaku Kaneko, Seiji Tateyama, and Tatsuo Kaneko  
“Novel  $\pi$ -conjugated bio-based polymer, poly(3-amino-4-hydroxybenzoic acid), and its solvatochromism” Pure and Applied Chemistry (in press)

#### (3-2) 知財出願

①平成 25 年度特許出願件数(国内 0 件)

②CREST 研究期間累積件数(国内 0 件)