

講演番号：2A01p03

講演日時、会場：3月28日 14:22～ A校舎01会場

長鎖脂肪酸を細胞内に蓄積する初めての細菌の発見 ～新規プラットフォーム微生物を用いた新しいバイオディーゼル生産戦略～

A bacterium that intrinsically accumulates long-chain free fatty acids in its cytoplasm ~New strategy for biodiesel production~

○菅野 学¹、片山 泰樹²、森田 直樹¹、堀 知行³、成廣 隆¹、三谷 恭雄¹、鎌形 洋一¹ (1産総研・生物プロセス、2産総研・地圏資源環境、3産総研・環境管理技術)

○ Manabu KANNO¹, Taiki KATAYAMA², Naoki MORITA¹, Tomoyuki HORI³, Takashi NARIHIRO¹, Yasuo MITANI¹, Yoichi KAMAGATA¹ (1Bioproduction Research Institute, AIST, 2Institute for Geo-Resources and Environment, AIST, 3Institute for Environmental Management Technology, AIST)

従来のバイオディーゼル生産は、トリアシルグリセロール (TAG) を出発物質とするため、副産物グリセロールの精製・除去が必要であった。近年になって、遊離脂肪酸を出発物質とした、グリセロールを生じないバイオディーゼル製造方法が大きな注目を集めている。TAG やワックスエステル (WE) 等の中性脂質や、ポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) 等のポリエステルは、炭素源及びエネルギー貯蔵物質として細胞内に蓄積されることが知られる。一方、遊離脂肪酸を細胞内に高濃度に蓄積する生物は知られていない。これは、遊離脂肪酸の細胞毒性によると考えられている。我々は、高温メタン発酵槽から分離した絶対嫌気性細菌 GK12 株[1]が、長鎖の遊離脂肪酸を細胞内に蓄積することを発見した[2]。GK12 株は、*Firmicutes* 門 *Erysipelotrichaceae* 科に帰属する乳酸発酵細菌で、透過型電子顕微鏡により細胞内に顆粒を蓄積することが観察された。脂質分析の結果、この顆粒は炭素数 14 から 20 の飽和脂肪酸であり、一般的に細菌が蓄積する TAG や WE、PHA は検出されなかった。GK12 株は回分培養で菌体乾燥重量当たり 25%もの長鎖脂肪酸を 1 日以内に蓄積した。有機溶媒への曝露やヒートショック等のストレスによって蓄積量は顕著に増加した。蓄積する長鎖脂肪酸の組成は細胞膜の脂肪酸組成と同一であること、どちらもストレスによって同じような鎖長の変化を示すこと、ストレスによる鎖長の変化の度合いと蓄積量に正の相関が認められたことから、長鎖脂肪酸の蓄積は膜流動性の維持というストレス応答に必要な脂肪酸の新規合成と関連することが強く示唆された。実際、ストレス条件下では脂肪酸合成に関与する遺伝子群の発現が顕著に増加した。一方で、長鎖脂肪酸を分解する β 酸化を担う遺伝子の顕著な発現増加は認められなかった。嫌気的な乳酸発酵では律速となるであろう β 酸化に必要な NAD^+ の再生を脂肪酸の新規合成が補足していると考えられた。すなわち、GK12 株における長鎖脂肪酸の蓄積は、ストレス応答ならびに細胞内のレドックスバランス維持の結果として生じると推察された。蓄積した長鎖脂肪酸は飢餓条件下で有意に減少しなかったことから、従来の貯蔵脂質のような炭素源及びエネルギー貯蔵源としての役割は持たないと考えられた。この GK12 株による脂肪酸蓄積機構と、バイオディーゼル生産プラットフォームとして近年開発されている組換え大腸菌の脂肪酸生産様式が似ていることは非常に興味深い。組換え大腸菌とは異なり、GK12 株では蓄積した長鎖脂肪酸は細胞毒性を示さなかった。遺伝子組換えを伴わずに長鎖脂肪酸を高濃度に毒性なく蓄積する GK12 株の特徴は、効率的なバイオ燃料生産に貢献するものと期待される。

[1] Kanno *et al.*, Appl. Environ. Microbiol. 2013. 79:6998-7005. [2] Katayama *et al.*, AEM 2013. in press.

stress response, lipid metabolism, biodiesel production