

土壌環境での細菌の生き様を探る

＜環境バイオテクノロジー学会・(財) バイオインダストリー協会 (JBA) 共催＞

永田 裕二

食糧生産などの場である土壌は、団粒などの構造を作る場と生物が複雑な関係を構築しつつ構成されている。試験管や寒天プレート上に取り出した微生物が、実環境とは異なる振る舞いをしていることは周知の事実であり、実環境での「バイオテクノロジー」のためにはその場での(微)生物の振る舞いを知ることが重要である。本シンポジウムでは、実環境としての土壌での微生物(主に細菌)の生き様に焦点を当て、さまざまなアプローチでその解明を試みている研究者に最新の話題を提供して頂いた。

オーガナイザーの永田裕二(東北大)と環境バイオテクノロジー学会長の福田雅夫(長岡技大)による本シンポジウムの趣旨説明に続いて、まず、西山雅也(長崎大)から、そもそも土壌とは何か、また、そこに微生物が住み着くとはどういうことかについて、モデル系、およびモデル細菌を用いた実験の結果が紹介された。結論のひとつとして、土壌団粒内に形成される微小孔隙が、捕食、乾燥、水流、燻蒸剤の影響を緩和し得る細菌の長期生存の場として重要であることが述べられた。

土壌環境に棲息している細菌の中で簡単に培養できるものは1%未満であり、特定の機能発現を指標に実験室環境下で分離培養された細菌が本当に環境中で重要な機能を担っているのかは不明である。妹尾啓史(東京大)は、土壌で実際に機能している微生物を明らかにするという観点から、2つの研究例を紹介した。最初の例では、有機塩素系農薬の分解活性が検出された農薬連用圃場の土壌から、農薬分解に関わる原因菌を「コッホの四原則」に基づいて同定していく過程が述べられた。2つめの例では、水田土壌における脱窒に機能する微生物を特定し、単離することを目的に現在行っている stable isotope probing (SIP) 法と functional single cell (FSC) 分離法について述べられた。

微生物による環境浄化(バイオレメディエーション)の一環として分解菌を汚染土壌に接種(バイオオーグメンテーション)する場合、接種菌の動態をモニタリングする必要がある。また、実際の土壌環境中での微生物の挙動を研究するには、土壌中の微生物を直接観察・検出する技術開発が必須である。金原和秀(岡山大学)は、このような土壌中で特定の機能を持つ微生物のモニタリングの重要性を指摘した上で、開発中である蛍光物質とフローサイトメトリーを利用した環境汚染物質分解能を持つ微生物の検出技術についての発表を行った。いかに

土壌粒子の混入を防ぐか、ソーティング後の生存率を高めるか、など現時点での問題点も指摘された。

実験室環境下で容易に培養できる細菌でも、実際の環境下での振る舞いについてはほとんど不明である。多くの環境細菌ゲノムが解読されつつある今日でも、ゲノム中で機能未知遺伝子が占める割合は高い。すなわち、これら機能未知遺伝子の中には環境中での生育に重要な機能を持つ遺伝子も少なからず存在していると考えられる。小川直人(静岡大)からは、土壌中で発現している遺伝子を特定するために、土壌から直接 mRNA を抽出する手法についての発表がなされた。土壌から高純度の RNA を抽出するには、humic substance の除去が重要であった。さらに、実際に土壌に接種した PCB 分解細菌から抽出した mRNA を用いたマイクロアレイ解析の研究例が紹介された。

一方、自然環境での微生物の挙動を考える際には、可動性遺伝因子の動態も重要である。新谷政己(東京大)からは、モデル環境でのプラスミドの動態に関する発表がなされた。モデル環境水の成分分析の結果、 Ca^{2+} や Mg^{2+} という二価の陽イオンの存在によりプラスミドの接合伝達が促されることが判明した。

最後に、大坪嘉行(東北大)から、土壌中で特異的に発現する遺伝子(DNA 領域)を取得する *in vivo* expression technology (IVET) 法、および土壌中での生存に必須な遺伝子を同定する signature-tagged mutagenesis (STM) 法という遺伝学的手法が紹介された。さらに、典型的な土壌細菌にこれら手法を適用した応用例が報告された。

以上、6人の演者の講演により、土壌という複雑な環境で生きる微生物の生き様の解明のためにさまざまなアプローチが積極果敢になされていることが紹介された。参加者には、少なくとも「こんなこともできるんだ」とか、「こんなことをやっているひともいるんだ」という印象は持って頂けたと思う。しかし、現段階では、「モデル系」を使った実験と「技術開発」がメインであり、実際のメカニズム解明など、もう一步踏み込んだ議論のためのデータを得るには、まだまだであることも事実である。特にこのような「未開拓な」分野では、今回の発表で述べられたような技術を持つ研究者が各々の「武器」を持ち寄り、互いに協力しながら問題に立ち向かっていく体制を今以上に確立する必要があると思われる。