

好熱菌の発酵産物が 作物の難病虫害を抑える

宮本浩邦

未知の領域だった 好熱菌のはたらき

土壌の微生物と植物は共生関係にある。共生関係とは文字通り、共に（一緒に）生きる関係であるが、土壌微生物と植物の関わり合い方は非常に複雑であり、未知の部分が多い。しかしながら、近年さまざまな生物の遺伝子を解析する手法（分子生物学）が急速に進歩したために、ようやくその一端が理解できるようになってきている。

なかでも私たち千葉大学を中心とした研究グループは、これまで土壌や植

物との共生関係の中でその役割が知られていなかった「好熱菌」と呼ばれる微生物群が、他の微生物と協働して土壌環境の修復（温暖化ガス一酸化二窒素の発生抑制）や植物の生長・品質、ならびに生体防御において極めて効率的なはたらきをすることを見出した。

発酵産物にさまざまな効果

一般的に知られている農業用の微生物資材は常温領域、すなわち四〇度以下で増殖する細菌群で構成されている。このような細菌は、常温菌というカテゴリーに属しており、多くの研究

がなされている。

いっぽう、「好熱菌」とは「熱を好む菌」という意味であり、四五度以上の高温条件下で活動する細菌群の総称である。常温菌と対比するなら高温菌というカテゴリーに属していることになるが、学術的には好熱菌と呼ぶことが多い。高温菌、すなわち好熱菌は、常温菌と異なる劣悪な環境下でも生息できる能力を有しており、通常、深海の熱水鉱床や高温の温泉源に生息している。

私たちが研究対象としているのは、七〇〜八〇度下の特殊な培養条件下で



写真1 ●好熱菌の電子顕微鏡写真。米国のATCCと日本のNITE（国際的な微生物登録機関）に寄託（登録番号はPTA-1773、BP-1051）

生息する好熱菌群（メイオサーマス属、ペニバチラス属、ブレビバクテリウム属などの新規の好熱性細菌など）を特徴とする複合微生物群）である。このような好熱菌の発酵産物には耐熱性の抗菌性リポペプチド、耐熱性のキチン質分解酵素、耐熱性の分子シャペロン（ヒートショックプロテイン）、好熱菌特有の細胞壁成分などの菌体由来成分が含まれている。

これを作物に対して土壌かん水や葉面散布すると、前述のように農地や作物に対してさまざまな効能が認められている。本稿では、その中でも植物の難病害の被害を食い止める現象についてご紹介する。

糸状菌やセンチュウの被害が減る

好熱菌発酵産物は、植物病原性糸状菌やセンチュウの被害に対して直接的、あるいは間接的に抑制効果を発揮

しうることが明らかになっている。写真2は、ナスの半身萎凋病からの回復事例である。半身萎凋病はカビが原因の病気であり、いったん発症すると通常であれば回復不能である。しか



写真2 ●赤いラベルのついたナスは半身萎凋病が発生し、回復した株（写真提供：片山裕司氏、原田徹氏。以下※も）

し、青枯れ症状が発生した後の七月中旬に、好熱菌発酵産物の溶液を株間にかん注処理するなどの対策をとることによって樹勢が回復し、秋ナスのシーズン内に収穫が可能となった。このよう

なカビを主体とした被害からの回復事例は、条件さえ整えば他の作物でも確認される。さらに、栽培条件を制御しやすいハウス栽培においては、センチュウに対する被害の低減化も認められている。ネコブセンチュウが多い農地においては、通常、殺センチュウ剤が用いられるが、それでも夏になると被害が急増する。しかしながら、殺センチュウ剤を使用しなくても被害がほとんど出ることなく、作物の収量が二〇～五〇%ほど増加する事例が確認されている（写真3）。



対照区。コブが発生し、
細根がほとんどない



好熱菌発酵産物溶液をかん注した区。
細根が明らかに繁茂している

どんなメカニズムで 難病虫害を抑えるのか

このような現象が好熱菌発酵産物のどのような働きによって引き起こされているのか私たちは研究を進めている。現時点では、以下のメカニズムがあることが推察されている。

①植物病原性の糸状菌の活動抑制

好熱菌発酵産物中にカビの増殖を抑制する非常に安定な抗菌物質（一二〇度、あるいは高アルカリ条件でも安定な静菌作用のある環状リポペプチドなど）が存在する。

②害虫の活動抑制

次に好熱菌発酵産物を施用した土壌では、植物体の遺伝子発現パターンが変化し、植物本来の香り成分でもある揮発性の害虫忌避物質、いわゆるフィトンチッドの合成をコントロールする酵素ハイドロパーオキシド・リアーゼ（HPL）の遺伝子発

現が高まる。

③毛細根の発根誘導因子の輸送

植物ホルモンとして知られるオーキシンの輸送に関わる遺伝子（AEC）の発現が高まり、たとえ病傷害を受けた毛根でも発根促進する。

これらのことがモデル植物を用いたDNAマイクロアレイや定量PCRなどの分子生物学的解析によって明らかになっている。

すなわち、好熱菌発酵産物は、「植物にカビを増やしていく鎧を着せて、さらに外敵を寄せつけにくい物質を植物自体が盛んに作れるように仕向ける」のである。好熱菌発酵産物自体には、植物病原性の糸状菌やセンチュウを殺す作用はないため、外敵となるこれらの生き物が必要以上に増えない程度に、まるで植物と共生できるような環境づくりをしているようにさえ見えるのである。そして、このような作用機序は植物にとつての栄養バランス

対照区

好熱菌発酵産物かん注区



写真4 ●ネコブセンチュウの被害が出た農地から土壌を採取してトマトを栽培すると、好熱菌発酵産物の有無で明らかな生長の差が生じた

（土壌の肥効成分のバランス）がある程度整っている条件下で初めて効力が発揮される。

海産未利用資源の発酵槽で見つけた

このような好熱菌を農業分野に利用する研究開発は、私の父母である宮本久、みどり（逝去）が一九八〇年代から推進してきた。宮本らは培養条件の制御が可能な閉鎖型発酵槽を開発し、非食用の商品価値の少ない小ガニ、小エビ、小魚などの新鮮な未利用資源や植物残渣を発酵させることによって、自家発酵熱を発する高温発酵資材を生産していた。

当初から、この資材には作物の増収効果や病害虫に対する効果が認められることがわかっていたが、その能力を発揮させるための資材中の適切な菌相やその施用条件、さらにそのメカニズムは長らく不明であった。

今では、その資材中に難培養性の特殊な好熱菌群が存在することが明らかとなり、動植物全般に対する好熱菌の影響に関して、東京大学、金沢大学、慶応義塾大学、九州大学、理化学研究所も共同研究に参加している。好熱菌発酵産物を独自の生産体系に取り入れている農業生産者も増えている。

将来的には地球規模での食糧難が危惧されており、このような中で日本の農業はTPPに負けずに世界に進出するための生産性を向上させなければならない。私たちは世界に冠たる高品質の国産農作物を高効率に生産する技術の構築に貢献するために、科学的な根拠に立脚した好熱菌の応用研究にこれまで以上に取り組む所存である。

千葉大学大学院 客員准教授

※問い合わせは下記へFAXを。○四三二九〇―三九四七（住所、TEL、FAX、所属、氏名要明記）。地域ごとに好熱菌利用を普及されている方を紹介します。