

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者氏名 中村 仁美

熊本県立大学大学院環境共生学研究科博士後期課程在籍の中村仁美氏から提出された学位論文「乳酸オリゴマーの農業への応用に関する研究」について、学位審査委員会は、平成30年8月10日（金）10:00～11:30において、本学環境共生学部会議室で学位審査会を行った。主査 松添直隆（熊本県立大学教授）、副査 篠原亮太（同大学名誉教授）ならびに副査 小林 淳（同大学准教授）、本学教員、職員、学生、総計約20名の聴講があった。学位論文の内容は以下の通りである。

我々の生活基礎をなしている膨大な量の合成樹脂は、化石燃料の枯渇に伴い、合成原料を石油から再生可能な植物に転換する必要が生じてきた。特にトウモロコシなどの発酵によって生成できる乳酸を用いた合成樹脂（ポリ乳酸）は、生物に対して毒性がないことに加え、環境中において微生物の作用によって容易に二酸化炭素と水に分解されることから、生分解性合成樹脂と言われ、合成樹脂の代替品として開発された。そのため、プラスチックとしての強度や分解性が多く研究されてきたが、環境中で分解する特徴を生かして、開放系で使用する農業資材への応用研究も行われてきた。その研究過程において、植物に対し成長促進や収量の増加をもたらすことが確認されているが、この要因として、ポリ乳酸の生分解によって生じた低重合の乳酸ポリマー（乳酸オリゴマー）が関与しているのではないかと推測されている。

一方、医学分野における乳酸オリゴマーの研究は、1982年、Hela細胞と正常細胞を混合した培養液中から、がん細胞の増殖を抑制する物質として見いだされている。以降、発がん予防効果、子宮内膜症の疼痛軽減や消失、乳牛の乳房炎治療などが報告されている。がんへの効果と生体への安全性から、乳酸オリゴマーは、制がん作用のある医薬品あるいは機能性食品への応用に関する研究が進められてきた。

製薬分野では、乳酸オリゴマーを乳酸の徐放剤と捉えて創薬されている。すなわち、乳酸をはじめ、有機酸には抗菌作用があるが、オリゴマーを利用することで、持続的な効果が期待できる。

このように、乳酸重合体は多機能性を示すものの、乳酸オリゴマーに関する系統的な研究はなされていない。それは、乳酸重合体の研究が、石油系プラスチックの代替原料としての乳酸ポリマーから始まり、オリゴマーはその分解物と捉えられてきたためである。そこで申請者は、ポリ乳酸ではなく、はじめから乳酸オリゴマーを利用することに着想した。また、極めて安全で多機能な乳酸オリゴマーは、自然環境に密接する農業や水産業において、その機能を発揮できると考えた。畜産や農業において解決しなければならない課題は多い。例えば、糞尿や堆肥の臭気問題、病害、生産物の鮮度保持、貯蔵中のカビ問題など実に多様である。そこで、農業において有効と考えられる乳酸オリゴマーの効果のうち、植物の成長促進効果、抗カビ効果、消臭効果について、検証することとした。

植物の成長促進効果については、豆苗の水耕において、コハク酸、乳酸、乳酸オリゴマーをそれぞれ用いて栽培した結果、乳酸オリゴマーがバイオマスを増加させることを確認した。また、豆苗の中に乳酸オリゴマーが取り込まれていることをLC-TOF/MSを用いて、はじめて明らかにした。すなわち、乳酸オリゴマーには生理活性が認められていることから、野菜に新たな機能性を持たせた付加価値の高い野菜を生産する可能性が見いだされた。

抗カビ効果については、日本の伝統文化でありながら、カビ問題が課題となっている畳の原料であるイグサを用いて実験を行った。乳酸、乳酸オリゴマー、安定化二酸化塩素で処理したイグサを、湿度95%以上、温度30℃の条件下で31日間、カビの発生の有無を観察した。乳酸、安定化二酸化塩素には、抗カビ効果は見られなかったが、乳酸オリゴマーは、31日間カビの発生を抑えた。乳酸は他の有機酸に比べ、ほとんど抗カビ効果がないと報告されているため、抗カビ効果は、乳酸重合体になることで得られた新たな機能であると考えられる。さらに、消臭効果については、アンモニア、メチルメルカプタン及びホルムアルデヒドに対する効果を検証し、いずれも消臭効果が認められた。

上記の研究は、ポリ乳酸に関する研究が多い中、様々な分野から得られた乳酸オリゴマーの知見を調査検証した結果、これらが有する新たな可能性を詳細な実験によって見出している。乳酸オリゴマーに焦点を当てた報告は他に見当たらず、この物質の植物へ取込みや抗カビ作用などの新知見を提供した。さらに乳酸オリゴマーは、人と環境、いずれに対しても安全な物質であり、乳酸オリゴマーの持つ多機能性は健全な循環型農業構築に大きく貢献できるものと考えられる。また、本論文の内容は、査読付きの学術誌2報（うち英文1報）に報告している。

以上より、中村仁美氏の研究は、博士（環境共生学）学位に相応しいものと判定する。

主 査 熊本県立大学・教授 松添 直隆