

氏 名	加藤 勇太
授 与 学 位	博士 (工学)
学 位 記 番 号	博乙第 42 号
学位授与年月日	令和 7 年 3 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項
学位論文題目	資源循環型農業に向けた家畜排せつ物の高度利用 牛尿由来の液体肥料がシロイヌナズナとシアノバクテリアに与える影響に関する 基礎研究
論文審査委員	主査 教 授 小西 正朗 教 授 佐藤 利次 准教授 邱 泰瑛 准教授 陽川 憲 教 授 南 尚嗣

学位論文内容の要旨

本研究は、畜産業の拡大によって増加する家畜排せつ物の適切な処理と有効利用を目指し、好氣的に微生物処理した牛尿由来の液体肥料（LF）が植物および微細藻類の成長と遺伝子発現に与える影響を詳細に調査したものである。第 2 章では、モデル植物であるシロイヌナズナ（*Arabidopsis thaliana*）を無菌条件下で栽培し、LF の施用が地上部および根の成長をそれぞれ最大 1.78 倍および 1.88 倍に促進することを実証した。また、分子量 10,000 の限外ろ過膜による分画実験から、LF には少なくとも 2 種類の異なる成長促進物質が含まれている可能性が示唆された。遺伝子発現解析の結果、LF 添加によりサイトカニンシグナル伝達経路が活性化され、特にサイトカニン生合成に関与する CYP735A2 遺伝子の発現上昇が地上部の成長促進に寄与していることが明らかになった。さらに、オーキシンやアブシジン酸シグナル伝達への影響も観察され、植物ホルモシグナル伝達を介した成長促進効果が示された。

第 3 章では、シアノバクテリアの一種である *Synechococcus elongatus* PCC 7942 を対象に、LF を培地として利用する試みを行った。LF の添加により、濁度、クロロフィル含有量、乾燥細胞重量、細胞内グリコーゲン量が有意に増加し、特に 50% LF 添加条件下では細胞サイズの顕著な増大が観察された。遺伝子発現解析では、ストレス応答やタンパク質品質管理に関連する遺伝子の発現が上昇し、同時に二酸化炭素固定に関連する遺伝子の発現も増加した。これにより、光合成活性の向上や代謝機能の強化が示唆され、LF が微細藻類の代謝活動を高め、バイオマス生産を効率化する可能性が示された。また、硝酸態窒素の利用量が増加し、窒素栄養の効率的な取り込みが促進されていることが確認された。

本研究は、好氣的に処理された牛尿由来の LF が植物ホルモン様の効果を介して植物の成長を促進するだけでなく、微細藻類のバイオマス生産と代謝機能を向上させることを明らかにした。これらの知見は、家畜排せつ物の有効利用と持続可能な農業の実現に向けた新たなアプローチを提供し、循環型農業システムの構築に貢献するものである。

今後の課題として、LF に含まれる具体的な成長促進物質の特定や、その作用機序の解明が挙げられる。また、他の作物種や微生物種への適用可能性の検証、さらには実際の農業現場や培養環境といった大規模な応用研究が求められる。これらの研究を進めることで、LF の効果的な利用法を確立し、持続可能な農業システムの実現に向けた具体的な方策を提示できると期待される。

審査結果の要旨

審査対象者は、これまで研究例が少なく学術的な評価が不十分であった家畜尿を好気微生物処理した液体肥料について、無菌環境でのシロイヌナズナへの施肥効果、次世代シーケンサーを用いた網羅的転写量解析(RNA-seq)によるシロイヌナズナの応答解析を行い、液体肥料中の窒素、リン以外の未知成分が成長促進に関与していることを明らかにするとともに、施肥によりシロイヌナズナが植物ホルモン様応答を示していることを明らかにした。これらの結果より当該液体肥料が植物成長を刺激するバイオスティミュラントとして機能することを明らかにした。また、当該液体肥料がシアノバクテリアの増殖を促進することも見出し、RNA-seq 解析により炭素固定および窒素固定に関する代謝遺伝子の転写量が増加していることを確認した。液体肥料の添加により、シアノバクテリアの代謝変動を引き起こした結果、増殖が促進されていることを明らかにした。

以上の成果は家畜排泄物のリサイクル技術として、施肥効果、バイオスティミュラントとしての効果を明らかにするとともに、微細藻類への応用方法を新規に提案しており、工学分野の学術研究としての新規性を有していることを確認した。また、農業関連技術、微細藻類によるバイオ生産技術の発展に資する成果が得られていると判断できた。

したがって、申請者は博士(工学)の学位を授与される資格があると判定された。