

[成果情報名] 土壌中における L-DOPA の植物生育阻害活性の消長

[要約] マメ科植物のムクナが生産する植物生育阻害物質 L-DOPA は、土壌中では吸着反応や変換反応などによってその生理活性を失う。土壌 pH の高い土壌では変換反応が速やかに進行するため、L-DOPA による植物生育阻害作用は起こりにくい。この吸着反応および変換反応には、L-DOPA の持つカテコール構造が深く関わっている。

[担当研究単位] 生物環境安全部 植生研究グループ 化学生態ユニット

[分類] 学術

[背景・ねらい]

マメ科植物のムクナ(*Mucuna pruriens*)は、植物体内に高濃度の L-DOPA(図 1 A)を持つ。この L-DOPA は強い植物生育阻害活性を示すことから、ムクナの生育地周辺では L-DOPA による植物生育障害が考えられる。しかし、L-DOPA の土壌中での挙動が不明であるため、野外での L-DOPA の影響を適正に評価することはできない。本研究では、L-DOPA の影響を評価するために土壌環境中で受ける化学反応およびその特性を解明するとともに、これらの反応にともなう L-DOPA の生理活性の変化を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

- 1 土壌に添加した L-DOPA は、反応時間の経過とともに土壌溶液中から消失する(図 2)。この消失には、(1)反応開始後 0~8 時間に主として起こる吸着反応(Phase 1)、(2)反応時間にかかわらず一定速度で起こる変換反応(Phase 1, 2, 3)、(3)反応開始 72 時間以降に急激に起こる微生物による分解反応(Phase 3)の 3 つが関与している。
- 2 L-DOPA が土壌に吸着された場合および土壌によって変換された場合には、いずれも植物生育阻害活性をほとんど示さなくなる。
- 3 土壌による L-DOPA の変換反応は常に一定速度で起こるため、一般に変換反応の影響は吸着反応よりも大きい。この変換反応は、土壌 pH が高いほど速やかに進行する(図 3)。土壌が存在しなくても pH が高ければ L-DOPA の変換反応は起こるが、土壌の共存下ではこの変換反応は加速されることから、この変換反応は触媒的な反応と考えられる。同じ土壌 pH で変換速度を比較すれば、沖積土壌 > 石灰質土壌 > 火山灰土壌の順となる。
- 4 土壌による変換反応により、L-DOPA は暗色の腐植に類似した物質へと変化する。
- 5 L-DOPA のカテコール構造から OH 基が一つ除かれた L-チロシン(図 1 B)や OH 基が二つ除かれた L-フェニルアラニン(図 1 C)では吸着反応および変換反応はほとんど起こらない。このことから、土壌による L-DOPA の吸着反応および変換反応には、L-DOPA のカテコール構造(*o*-ジヒドロキシベンゼン構造)が深く関与している。
- 6 土壌が存在すると、L-DOPA の植物生育阻害活性は大きく低下する(図 4)。その低下の程度は、土壌吸着の影響が大きいとされる除草剤 2,4-D の場合よりもはるかに大きい。L-DOPA の植物生育阻害活性は、沖積土壌(土壌 pH 5.4) > 火山灰土壌(土壌 pH 5.6) > 石灰質土壌(土壌 pH 7.4)の順となる。土壌溶液中における L-DOPA 濃度も同じ順序となる。

[成果の活用面・留意点]

- 1 土壌 pH が高い石灰質土壌では、L-DOPA による生育阻害作用はほとんど起こらないと考えて良い。既報のポット試験においては、火山灰土壌では L-DOPA の植物生育阻害作用が起こりにくいことが確認されている。しかし、吸着・変換反応が起こりにくい土壌では、植物生育阻害作用が発現する可能性がある。
- 2 カテキン等他のカテコール化合物も、L-DOPA と同様の反応により失活する。

[具体的データ]

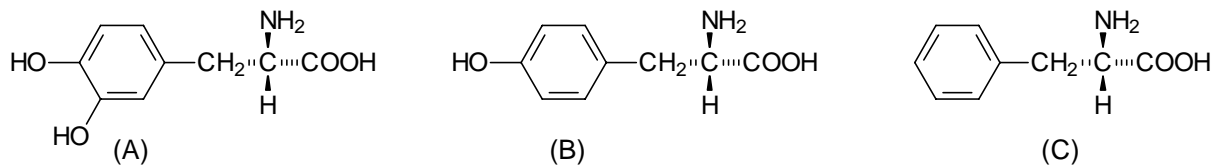


図1 L-DOPA(A)およびその類縁化合物(B: L-チロシン, C: L-フェニルアラニン)の化学構造

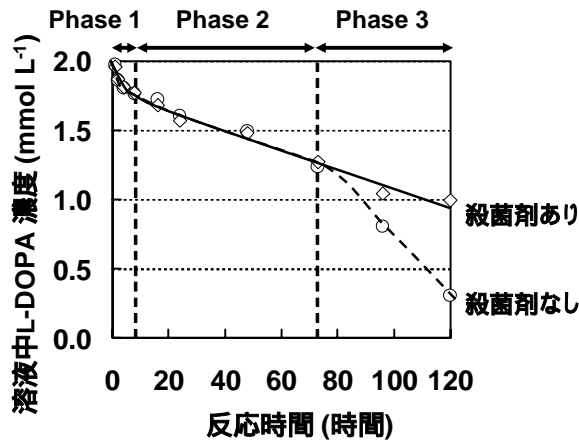


図2 土壌懸濁液(液相)中における L-DOPA 濃度の経時的変化

土壌: 火山灰土壌 50 mg, L-DOPA 添加量: 2 mM 5 mL,  
 平衡 pH: 5.6 - 5.7, 殺菌剤: クロロホルム

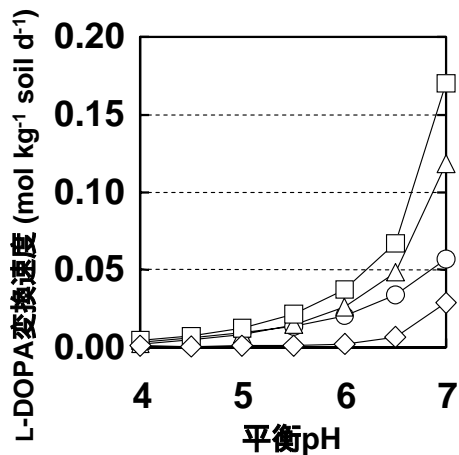


図3 土壌溶液中における L-DOPA の変換速度

○: 沖積土壌, △: 石灰質土壌, ●: 火山灰土壌, ◇: 土壌なし. 実験条件: 土壌 50 mg, L-DOPA 添加量: 2 mM 5 mL.

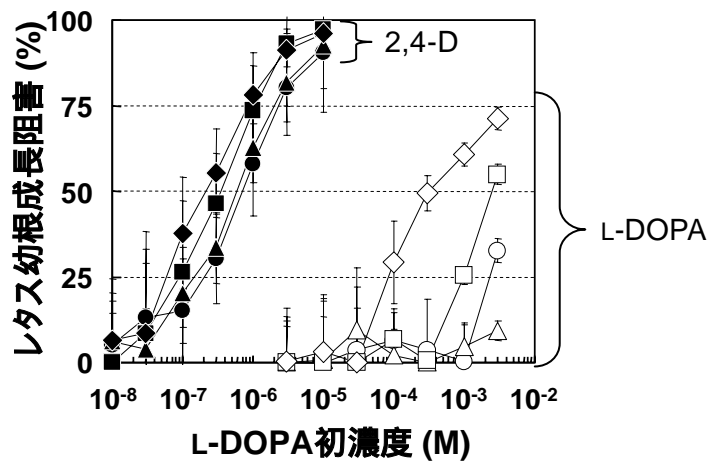


図4 L-DOPA および 2,4-D の植物生育阻害活性におよぼす土壌の影響

●: 2,4-D, ○: L-DOPA, ◇: 土壌なし, □: 沖積土壌 (土壌 pH 5.4), △: 火山灰土壌 (土壌 pH 5.6), ▲: 石灰質土壌 (土壌 pH 7.4).

[その他]

研究課題名: 導入・侵入植物の生物検定法による他感作用の検定と作用物質の同定  
 (カテコール関連物質を放出する植物の導入が周辺の植物ならびに土壌環境に及ぼす影響解明)

予算区分: 運営費交付金

研究期間: 2005 年度 (2001 ~ 2005 年度)

研究担当者: 平舘俊太郎, 藤井義晴, 荒谷博

発表論文等:

- 1) 古林ら, 日本土壌肥料学会講演要旨集第 50 集 23 (2004)
- 2) Hiradate et al., Soil Sci. Plant Nutr., 51 (4), 477-484 (2005)
- 3) Furubayashi et al., Soil Sci. Plant Nutr., 51 (6), 819-825 (2005)