

トウモロコシからの硝化抑制物質の探索 ～窒素施肥量を減らして地球を健康に～

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

近代農業では、工業生産されたアンモニア態窒素肥料が農地に多量投入され、土壌細菌により変換(硝化=しょうか)されることで、温室効果ガス排出や水質汚染など、窒素損失に起因する様々な問題を引き起こしている。この土壌細菌による硝化をコントロールすることができれば作物の窒素利用効率を向上させるだけでなく、窒素肥料の損失と環境汚染を減らし、地球の窒素循環を改善することに繋がる。

国際農研では、作物自身が根から物質を分泌し硝化を抑制する現象「生物学的硝化抑制(Biological Nitrification Inhibition=BNI)」に着目しており、作物のBNI物質を活用して農地からの窒素損失を低減することを目指している。

本研究において、トウモロコシ根の表層抽出物からBNI物質の探索を行い、1種類の新規高活性物質「ゼアノン」を含む4物質を発見した。見出した4物質を足掛かりにして、国際農研は新たな食料システム構築を進めていく。

■ 活動内容

1. トウモロコシ根表層からのBNI物質の取得

発芽種子から育てたトウモロコシの根(8579本)の表層を有機溶媒(クロロホルム)で洗うことで表層成分を抽出しエキスを得た。BNI活性(硝化菌の硝化を抑える力)の強さを指標にして、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により根エキスの分離・精製を進め、BNI物質を単離した。

最も強力なBNI物質の化学構造は、核磁気共鳴装置(NMR)による解析により2,7-ジメトキシナフトキノンであると決定した。本物質は自然界では初めての発見であったため「ゼアノン(Zeanone)」と命名した。発見したゼアノンのBNI活性は $ED_{50} = 2 \mu M$ で、高活性物質として、今まで報告されたBNI物質よりも強力な作用を持つことが明らかになった。続いて、強力なBNI活性を示すベンゾキサジノイドの1種であるHDMBOAも高活性物質として同定した。この物質はトウモロコシ根の表層抽出物の50%以上を占め、トウモロコシ根のBNIではゼアノンと同様に重要な役割を持つことが推定された。また、根内部からHDMBOAの類縁体2種、HMBOAとHDMBOA- β -glucosideを同定した。

トウモロコシ根疎水性画分のBNI活性の45%は、同定した4物質で説明することができた。

2. トウモロコシのBNIのメカニズム

得られた結果から、トウモロコシのBNI発現メカニズムを提案した(図)。トウモロコシ根表層から分泌された主要な疎水性BNI物質ゼアノンとHDMBOAは、硝化を抑制することができる。さらに、根内部から滲出したBNI物質も同様に硝化抑制を示す。根内部にあるHDMBOA- β -glucosideは、糖分解酵素によって高いBNI活性を持つHDMBOAに変換される。トウモロコシはBNI物質によって硝化を抑制し、安定的にアンモニア態窒素を利用して成長すると共に、生理活性物質の産生をすると予想される。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

[1] Otaka, J., Subbarao, G.V., Ono, H., Yoshihashi, T. Biological nitrification inhibition in maize—isolation and identification of hydrophobic inhibitors from root exudates. *Biol Fertil Soils* (2021).

[2] 特願 2020-117949 (JPO 出願), PC-32427 (PCT 出願) 「土壌改良剤とその使用」

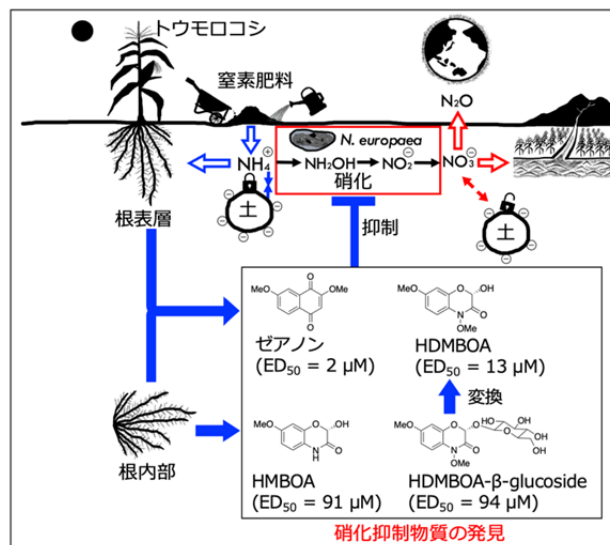


図 予想されるトウモロコシの BNI の発現メカニズム

代表発表者 大高 潤之介(おおたか じゅんのすけ)
所 属 (国研) 国際農林水産業研究センター
生物資源・利用領域
問合せ先 〒305-8686 茨城県つくば市大わし1-1
TEL: 029-838-6358
junnosuke@affrc.go.jp

■キーワード: (1) 生物学的硝化抑制
(2) 二次代謝物質
(3) トウモロコシ

■共同研究者:
吉橋 忠 (国際農林水産業研究センター)
G・V・スバラオ (国際農林水産業研究センター)
小野 裕嗣 (農業・食品産業技術総合研究機構)