

トウモロコシ根の生物的硝化抑制 (BNI) 物質の発見

[要約] BNI 活性を有するトウモロコシ根の表層の疎水性画分から、新規高活性 BNI 物質ゼアノンが見出されるとともに、HDMBOA とその類縁体、HMBOA 及び HDMBOA- β -グルコシドが見出される。今回同定した4物質が、トウモロコシ根の BNI 活性の重要な役割を担っている。

[キーワード] トウモロコシ、生物的硝化抑制、二次代謝物質、キノン類、ベンゾキサジノイド

[分類] 研究

[背景・ねらい]

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、土壌細菌により硝化されることで、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。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。本研究では作物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、地球に優しく高効率な BNI を活用したトウモロコシ生産システムの確立に向け、トウモロコシ根由来の疎水性 BNI 物質の同定を行う。

[成果の内容・特徴]

1. トウモロコシの根表層をジクロロメタン（1%酢酸含有）で抽出することで BNI 活性を持つ疎水性画分を得ることができ、BNI 活性の強さを指標に、高速液体クロマトグラフィーによる疎水性画分の分離・精製により、BNI 物質を単離できる。
2. 最も強力な BNI 物質 (ED_{50} ; 活性を 50%抑制する実効濃度 = 2 μ M) は、質量分析、核磁気共鳴装置による解析によりゼアノンと同定できる。本物質は自然界では初めての発見である (図 1)。
3. 2 番目に強力な BNI 活性を示すベンゾキサジノイドの 1 種である HDMBOA (ED_{50} = 13 μ M) も同定できる (図 1)。本物質はトウモロコシ根の表層疎水性画分の 50%以上を占め、トウモロコシ根ではゼアノンと同様に BNI の発揮に重要な役割を持つことが推定される (表 1)。さらに、根内部から BNI 活性を示す HDMBOA の類縁体 2 種、HMBOA と HDMBOA- β -グルコシドも同定できる (図 1、表 1)。
4. トウモロコシ根の疎水性画分における主要な BNI 活性は同定した4物質で説明できる (表1)。
5. 根内部に含まれる HDMBOA- β -グルコシドは、土壌微生物由来の糖分解酵素によって高い BNI 活性を持つ HDMBOA に変換される (図 2)。

[成果の活用面・留意点]

1. 世界で栽培されるトウモロコシの BNI 活性はブラキアリアや、BNI 強化コムギに比べ低いが、BNI 物質を指標に BNI を強化することが期待できる。(図 1、表 1、図 2)
2. トウモロコシ生産システムにおける BNI の活用に向け、親水性 BNI 物質を検討する必要があると共に、選抜育種での使用に耐えるスクリーニング手法を確立する必要がある。

[具体的データ]

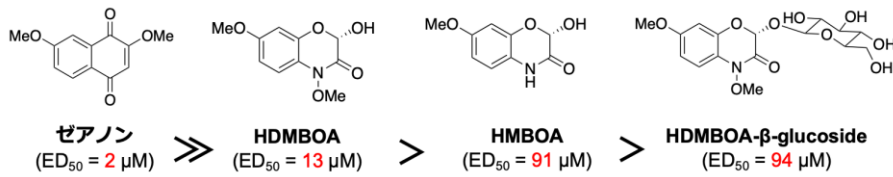


図1 BNI 物質の化学構造と活性の強さ

表1 トウモロコシ根抽出物中の BNI 物質の存在量

化合物	根表層 (220 mg)	根内部 ジクロロメ タン抽出物 (395 mg)	根内部 メタノール 抽出物 (10 g)	根全体 (10.615 g)
ゼアノン	0.1 mg	0.05 mg	-	0.15 mg (全BNI活性の19%)
HDMBOA	110 mg	132 mg	-	242 mg (全BNI活性の20%)
HMBOA	-	-	3.0 mg	3.0 mg (全BNI活性の2%)
HDMBOA- β -glc	-	-	20 mg	20 mg (全BNI活性の4%)

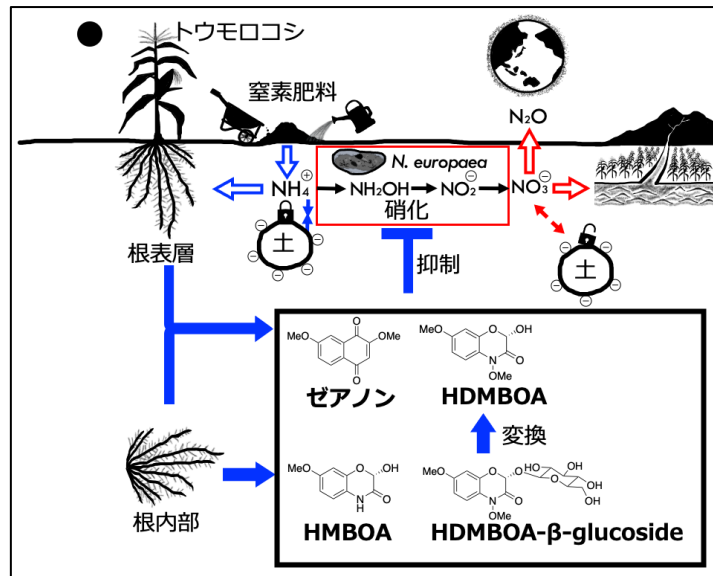


図2 トウモロコシの BNI メカニズム

図表は Otaka et al. (2021)より改変（転載・改変許諾済）

[その他]

予算区分：交付金 [環境/BNI システム]

研究期間：2021～2025 年度

研究担当者：大高潤之介・吉橋忠(生物資源・利用領域)・G.V.スバラオ(生産環境・畜産領域)、小野裕嗣(農研機構)

発表論文等：Otaka et al. (2021) *Biol Fertil Soils* 58: 251–264, <https://doi.org/10.1007/s00374-021-01577-x>