

平成 27 年度 成果情報 A6

[成果情報名] ソルガム根での生物的硝化抑制物質の分泌は転写レベルで制御されている

[要約] ソルガム根からの親水性（水溶性）硝化抑制物質の分泌は、根のまわりのアンモニウム (NH_4^+) の濃度が 1.0 mM までの範囲で濃度依存的に促進される。促進には NH_4^+ の同化が必要である。また、促進に関与する細胞膜 H^+ -ATP アーゼの活性は遺伝子の転写レベルで制御されている。

[キーワード] 生物的硝化抑制(BNI)、ソルガム、転写制御

[所属] 国際農林水産業研究センター 生産環境・畜産領域

[分類] 研究 B

[背景・ねらい]

ソルガム (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) は、根から生物的硝化抑制(BNI)物質を分泌して、硝化菌の活動を抑制し硝化活性を低下させる。根のまわりでの NH_4^+ の存在が親水性（水溶性）の BNI 物質の分泌を促進するが、この促進には細胞膜 H^+ -ATP アーゼ活性が関与している（国際農林水産業研究センター 平成 25 年度成果情報）。しかし、BNI 物質の分泌促進が根での NH_4^+ の取り込みで起こるのか、あるいはその同化が必要なのか、また H^+ -ATP アーゼ活性が転写レベルで制御されているのか、さらにどの H^+ -ATP アーゼ遺伝子が関与しているか不明のままであるので、これらを明らかにしてソルガムでの BNI 物質の分泌機作の解明に資する基礎的知見とする。

[成果の内容・特徴]

1. NH_4^+ は 1.0 mM までの範囲では、水耕栽培のソルガム根での細胞膜 H^+ -ATP アーゼ活性と根からの親水性（水溶性） BNI 物質の分泌をともに促進する（図 1a、b）。それより高い濃度になると BNI 物質の分泌促進はなくなる。ATP アーゼ阻害剤のバナデートを添加すると、BNI 物質の分泌が減少する（図 1c）。この結果は、 NH_4^+ の 1.0 mM の濃度範囲においては H^+ -ATP アーゼ活性と BNI 物質の分泌との間に機能的連携があることを示している。
2. ソルガムのゲノム情報から同定した 12 の H^+ -ATP アーゼ遺伝子うち 5 つの同質遺伝子 (*SbA1*, 2, 5, 10, 11) では、0.5 mM までの範囲において根圏での NH_4^+ の濃度が高くなるにしたがい発現量も明瞭に多くなる（図 2）。これらの 5 つの遺伝子の発現パターンは類似しており、また H^+ -ATP アーゼ活性の変動パターン（図 1b）と一致する。この結果は、 NH_4^+ による細胞膜 H^+ -ATP アーゼ活性の変動が、対応する 5 つの H^+ -ATP アーゼ遺伝子の転写レベルでの制御によることを示している。
3. NH_4^+ の非代謝類似体であるメチルアンモニウムを与えても、硝化抑制物質の放出（図 3a）と H^+ -ATP アーゼ活性（図 3b）は変化しない。また上記の H^+ -ATP アーゼの 5 つの同質遺伝子の発現に対しては、*SbA11* を除く 4 つでは影響を及ぼさない（図 3c）。この結果から、 NH_4^+ による硝化抑制物質の分泌の促進は、その取り込みだけでは起こらず、 NH_4^+ の同化を必要とすることが結論される。

[成果の活用面・留意点]

1. ソルガムでの生物的硝化抑制能を強化した実用品種開発の手法の一つとして、細胞膜 H^+ -ATP アーゼ活性を高める遺伝的改良が考えられる。
2. 緩効性肥料を使用により土壤中での NH_4^+ 濃度をできるだけ低く維持してソルガム根からの生物的硝化抑制物質をより効率的に分泌させることができれば、硝化活性のより低い、また亜酸化窒素 (N_2O) 放出がより少ない農業生産システムを構築できる。

平成 27 年度 成果情報 A6

[具体的データ]

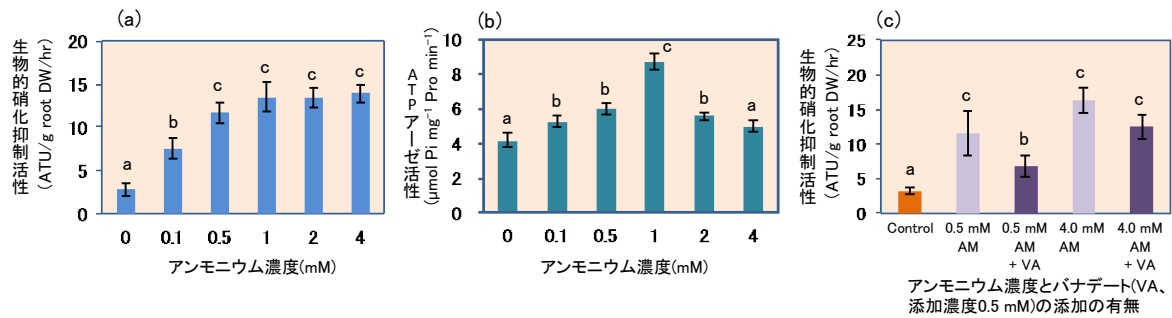


図1 ソルガム根から分泌される硝化抑制物質の採取時においてアンモニウム(NH₄⁺)がその分泌(a)と細胞膜H⁺-ATPアーゼ活性(b)に及ぼす影響、およびATPアーゼ阻害剤バナデートの添加が及ぼす影響(c)

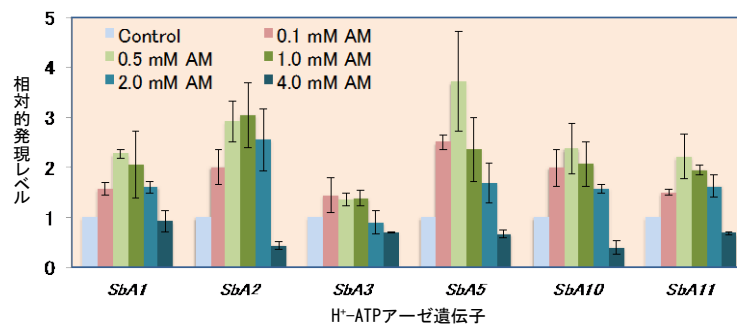


図2 NH₄⁺ (AM) の濃度ごとのソルガム根での各細胞膜H⁺-ATPアーゼ遺伝子の発現比較

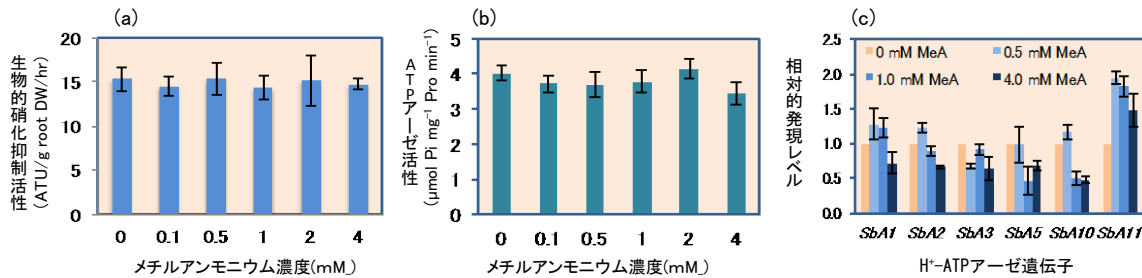


図3 NH₄⁺の非代謝類似体メチルアンモニウム(MeA)がソルガムの根での硝化抑制物質の分泌(a)、H⁺-ATPアーゼ活性(b)、H⁺-ATPアーゼ遺伝子の発現(c)に及ぼす影響

[その他]

研究課題：生物的硝化抑制能を利用した育種素材の開発と作付体系への応用

プログラム名：開発途上地域の土壌、水、生物資源等の持続的な管理技術の開発

予算区分：交付金 [生物的硝化抑制]

研究期間：2015 年度 (2011~2015 年度)

研究担当者：Subbarao, G.V., Zeng, H.・Di, T.・Zhu, Y. (南京農業大学)

発表論文等：Zeng, H. et al. (2015) Plant and Soil (Online First) (DOI: 10.1007/s11104-015-2675-2)