

ナノ粒子利用による作物の生長改善法の開発

研究者のプロフィール

福井工業大学 環境情報学部
環境食品応用化学科 教授 博士(薬学)

こまつ せつこ
小松 節子

TEL : 0776-29-2466
E-mail : skomatsu@fukui-ut.ac.jp
URL : https://futredb.fukui-ut.ac.jp/html/100000382_ja.html

解説動画は
こちら



研究シーズの概要

温室効果ガスの排出は地球温暖化を招き、降水量や降雨パターンを変動させ、予測不可能な洪水などを世界各地で引き起こしています。中でも「過湿害」は、作物に生育遅延や土壌病原菌の感染を招き、最終的に収穫量を低下させる複雑かつ深刻な問題です。畑作物は湿害に弱く、水はけの悪い水田転換畑を利用して作物を栽培している日本においては、栽培技術に頼らず「作物自身に耐湿性を付与」することが必要です。特に、ダイズやコムギは、栄養価に富みかつ機能性成分が含まれており、さまざまな食品に加工することができ、日々の食卓に欠かせない重要な作物ですが、日本における生産量は低く、多くを輸入に頼っています。その原因の一つとして、湿害に非常に弱く、最終的に収量が低下することがあげられます。

作物の耐湿性を向上させる方法として、「ナノ粒子」の活用に着目しています。ナノ粒子は、同じ物質のバルク状態^{※1}では示さない物性や化学的特性をもち、さまざまな機能を発現します。化学・素材の分野をはじめ医薬・バイオなど、幅広い分野での応用が期待されています。特に、金・銀・銅などの金属ナノ粒子は、高い導電性や比表面積^{※2}を生かした高活性の触媒などにも応用が期待されています。

しかし、ナノ粒子は、植物の生長に関して、そのサイズや濃度効果、比表面積効果、植物種や器官による効果の相違があり、知見にばらつきがあるため、普及していないのが現状です。従来、ダイズに耐湿性を付与することが困難とされていた研究分野に、ナノテクノロジーを導入することに着目し、ダイズやコムギの冠水ストレス下でのナノ粒子の影響を解析しています。作用機構を解析する技術とし

※1 バルク状態：結晶状態、物質本体
※2 比表面積：単位質量当たりの表面積

て、生命活動の中心的役割を担うタンパク質群を、一斉に高精度・高感度で解析できる「ゲルフリー・ラベルフリープロテオミクス解析」を用いて、包括的に機能発現機構を明らかにし、鍵となるタンパク質群について、分子生物学的に検証実験を行った結果を紹介させていただきます。

ナノ粒子と化学物質の混合処理による冠水ストレスの回避

作物の生育を改善する目的で、ダイズやコムギの生育に対してナノ粒子および有機・無機化合物の効果を検証しました。ダイズとコムギを用い、生長に及ぼす影響を形態学的に測定し、その機能発現機構をプロテオミクス技術により解析しました。

「コムギ」における銀ナノ粒子およびニコチン酸と硝酸カリウムの混合処理により、地下部においては活性酸素消去系を活性化し、地上部においては解糖系を制御して、生長を促進することが分かりました。また、「ダイズ」においても同様の処理を施すことにより、地下部および地上部において、タンパク質の品質管理機構のはたらきが顕著となり、異常タンパク質を修復あるいは分解し、生長を促進することが明らかになりました。これは、銀ナノ粒子およびニコチン酸と硝酸カリウムにより、ダイズおよびコムギは共に生長を促進しますが、その機能発現機構は異なることを示唆しています(図1上)。

次に、冠水ストレス下のダイズおよびコムギにおける、銀ナノ粒子およびニコチン酸と硝酸カリウムの混合処理の効果、植物生理学的・タンパク質科学的に解析しました。その結果、銀ナノ粒子の存在下で冠水ストレスを与えると、ダイズにおいては、タンパク質の品質管理機構のはたらきが顕著となり、異常タンパク質を修復あるいは分解し、生長を

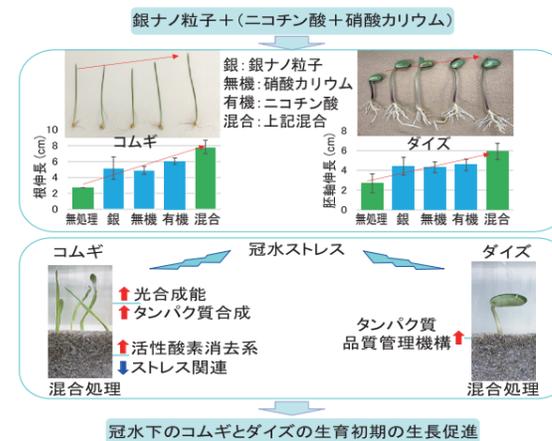


図1 作物はナノ粒子と化学物質の混合処理により冠水ストレスを回避する

促進することを明らかにしました。また、コムギにおいては、ルビスコアクティブースの蓄積により、光合成系を活性化し、生長を促進することを明らかにしました。つまり、銀ナノ粒子およびニコチン酸と硝酸カリウムにより、ダイズおよびコムギは共に冠水ストレスを回避でき、その機能発現機構は異なることを示唆しています(図1下)。

ナノ粒子の合成方法による生長促進機構の差異

ナノ粒子の「生物学的合成品」と「化学的合成品」における作用機構の違いをダイズで比較しました。銀ナノ粒子において、生物学的合成品と化学的合成品共に、ダイズの生長が促進されました。また、プロテオミクス解析の結果、エネルギー代謝系が「化学的合成銀ナノ粒子」では抑制されますが、「生物学的合成銀ナノ粒子」では活性化していることが明らかになりました。

次に、安全かつ安価である酸化亜鉛ナノ粒子の挙動と比較することにより、ダイズにおけるその有用

適用領域(研究キーワード)

- ◎ ナノ粒子
- ◎ プロテオミクス技術
- ◎ 畑作物
- ◎ 環境ストレス

産業界へのメッセージ

地球温暖化による環境の悪化は、現状留まることはありません。過湿害は畑作物の生長不良を誘発し収量低下を招くので、湿害を回避するために、従来、栽培技術の改良が試みられてきました。しかし、地球温暖化は異常気象を誘発し予測不可能な降雨パターンを招くため、畑作物に耐湿性を付与する技術の開発が不可欠です。ナノテクノロジーとの融合により、新しい取り組みに挑戦するのはいかがでしょうか？

今後の展望

ナノ粒子は、非常に小さな粒子であるため、組織、細胞、分子レベルでその応答機構を解明し、安全性を評価していく必要があります。ナノ粒子の製造方法や畑作物への供与方法を検討し、畑作物の湿害回避に関する低コストで環境にやさしい技術開発を目指します。

産学連携をお考えの方は次の担当部署までお問い合わせください。◎北陸経済研究所 米屋 TEL: 076-433-1134
◎北陸銀行 地域創生部 山上 TEL: 076-423-7180

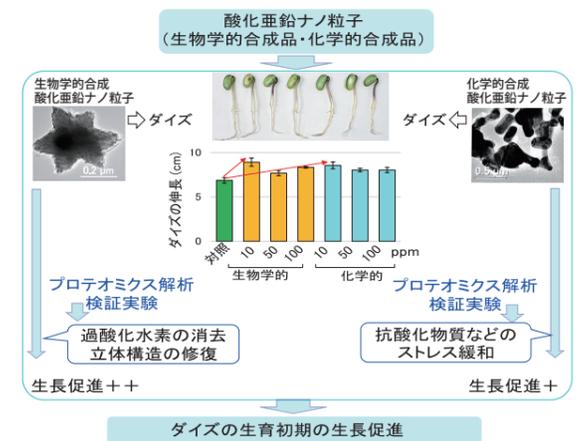


図2 ナノ粒子は合成方法の差異により作物の生長促進機構が異なる

性を形態学およびタンパク質科学的に解析しました。その結果、生物学的合成酸化亜鉛ナノ粒子においては、過酸化水素の消去やタンパク質立体構造の修復により、生長を促進することを明らかにしました。また、化学的合成酸化亜鉛ナノ粒子においては、抗酸化物質などのストレス耐性機構および植物ホルモンのはたらきにより、生長が促進することを明らかにすることができました(図2)。

まとめ

銀ナノ粒子あるいは酸化亜鉛ナノ粒子は、生育初期のダイズやコムギの生長を促進し、かつ冠水ストレスを回避できることが明らかになりました。今後、酸化亜鉛ナノ粒子を用いることにより、畑作物の湿害回避に関する、低コストで環境にやさしい技術開発を目指していく計画です。そして、栽培技術のみに頼らず、過湿土壌条件下でも栽培可能な畑作物の素材を提供し、将来的に水田転換畑で畑作物の安定多収栽培に貢献していきたいと考えています。

利用が見込まれる分野

- ◎ 農林水産
- ◎ 種苗
- ◎ 生産環境
- ◎ ナノテクノロジー