

強酸性土壌を緑に ～ユーカリのアルミニウム無毒化物質の活用～

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

強酸性土壌は、実に、世界の陸地面積の約3割を占める問題土壌です。強酸性土壌では、アルミニウムが有害な形態となって溶け出し、植物の生育を阻害します。また、アルミニウムが植物の根に侵入すると、根から養分や水分をうまく吸収できなくなるため、乾燥などの環境ストレスに対しても弱くなってしまいます。一方、植物のアルミニウム耐性には種間差や品種間差があり、強酸性土壌でも生育可能な植物は存在します。そこで私たちは、高濃度のアルミニウムに耐え得る樹種としてユーカリを選抜し、その耐性機構の解明を行ってきました。その機構を活用して、植物のアルミニウム耐性を強化できれば、強酸性土壌で効率良く植林や作物生産を行うことが可能になります。それによって、地球温暖化や食糧不足の緩和に貢献したいと考えています。

■ 活動内容

1. アルミニウム無毒化物質の発見

●アルミニウム耐性樹木の選抜

植物のアルミニウム耐性機構は、主に、ゲノム情報が整備された草本モデル植物を用いて調べられてきました。私たちは、強酸性土壌でも旺盛に生育することができ、草本モデル植物と比較して数10～数100倍の濃度のアルミニウムに耐え得るユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*) を選抜しました(図1)。

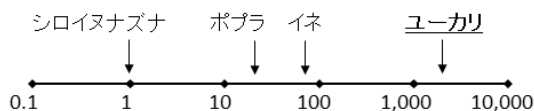


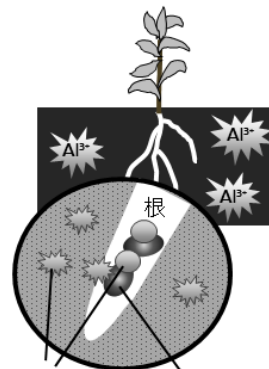
図1. 根の伸長が50%阻害されるアルミニウム濃度(μM)

●ユーカリのアルミニウム耐性機構の解明

草本モデル植物では、アルミニウムと結合する有機酸(クエン酸、リンゴ酸など)を根から放出して、根へのアルミニウムの侵入を防ぐ機構が、これまでに明らかになっています。しかし、ユーカリの極めて強いアルミニウム耐性は、有機酸による侵入阻害機構だけでは説明できませんでした。そこで、ユーカリの根の中を探索し、質量分析法と核磁気共鳴法により、新規なアルミニウム無毒化物質として、高いアルミニウム結合能力をもつ加水分解性タンニンを発見しました。この無毒化物質は、アルミニウム耐性が弱い樹木からは検出されませんでした。

2. 加水分解性タンニンの生合成機構の解明

ユーカリは、今回発見した加水分解性タンニンによって、根の中に侵入したアルミニウムを無毒化できるため、強酸性土壌でも生育できると考えられました(図2)。



アルミニウム 加水分解性タンニン

図2. ユーカリの根におけるアルミニウム耐性機構

ユーカリの、極めて強力なアルミニウム耐性機構を活用するためには、加水分解性タンニンの生合成遺伝子が同定されている必要があります。しかしながら、加水分解性タンニンは、ゲノム情報が整備された草本モデル植物には蓄積しないため、その代謝機構の研究は遅れていました。そこで私たちは、ユーカリを用いて加水分解性タンニンの生合成機構を明らかにして、その多様な機能の理解と活用につなげたいと考えました。これまでに、加水分解性タンニン生合成の第1と第2段階の反応を担う酵素遺伝子の同定に成功しています(図3)。

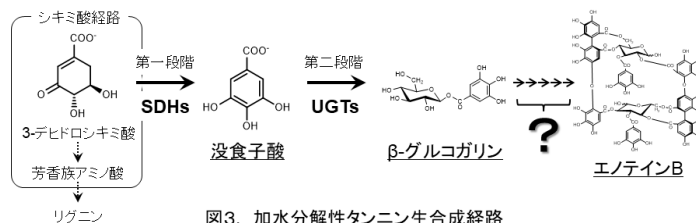


図3. 加水分解性タンニン生合成経路

■ おわりに

アルミニウムを無毒化する機能をもち、ユーカリに極めて強力な酸性土壌耐性を付与する、加水分解性タンニンの生合成機構を世界に先駆けて明らかにして活用することで、強酸性土壌の緑化を目指しています。

代表発表者 山溝 千尋(やまみぞ ちひろ)
所 属 国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 樹木分子遺伝研究領域
問合せ先 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1
TEL: 029-829-8267 FAX: 029-874-3720
yamamizo@affrc.go.jp

■キーワード: (1) アルミニウム過剰害
(2) 植物の環境ストレス耐性
(3) 代謝機構

■共同研究者: 田原 恒(たはら こう)
国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 樹木分子遺伝研究領域