

植物交雑の鍵分子を発見

— 自在な種間交雑による植物育種法の開発に道 —

このたび、名古屋大学 WPI トランスフォーマティブ生命分子研究所 (WPI-ITbM) の東山哲也教授と大学院生の武内秀憲氏は、同種での受精を保証する鍵分子を同定し、これを実験することによって大幅に種間交雑の壁を打破することに成功しました。

近縁な植物の交雑は、育種の重要な技術です。たとえばアブラナ科のカブとキャベツを交雑することで、バイオ燃料の得られるナタネが誕生しました。しかし生物には、同種同士の受精を保証し、異種間での受精を起りにくくするような、鍵分子 (生殖隔離障壁) が存在します。鍵分子の実体を理解することは、試行錯誤に頼らず、デザイン通りの交雑を行うために不可欠ですが、その実体はこれまで明らかではありませんでした。この成果は、12月18日付の米国オンライン科学誌「プロス・バイオロジー」に掲載されます。

【ポイント】

- ゲノム進化に着目し、モデル植物であるアブラナ科のシロイヌナズナで花粉管誘引物質ルアーを発見
- シロイヌナズナのルアーを遠縁種のトレンニアに導入することで、種間交雑の壁を打破することに成功
- 任意の植物同士の交雑を容易にし、デザイン通りに交雑育種を行う方法の開発に期待

【背景】

生物には、同種同士の受精を保証し、異種間での受精を起りにくくするような、鍵分子 (生殖隔離障壁) が存在する。一方、異種間での交雑は、育種の重要な技術である。たとえばバイオ燃料の得られるアブラナ科のナタネは、カブとキャベツを交雑することで誕生した。交雑により有用な植物を自在に作り出すためには、鍵分子の実体を明らかにすることが必要である。

被子植物の受精は、花粉から伸びる「花粉管」が卵装置へと精細胞を送り届けることによっても行われる。受精を成功させるために、卵装置に含まれる「助細胞」が花粉管を引き寄せる「花粉管誘引物質」を分泌していることが、これまでに明らかになっていた。しかし異なる植物種で、どのような分子が誘引物質であるのかは分かっていなかった。また、異種間での受精を起りにくくする鍵分子の実体もこれまで明らかではなかった。

【研究の内容】

名古屋大学 WPI トランスフォーマティブ生命分子研究所 (WPI-ITbM) の東山哲也教授 (副所長) ならびに大学院生の武内秀憲氏は、鍵分子の候補として、花粉管誘引物質に着目して

研究を始めた。花粉管の誘引には、同種の花粉管に対してより効率的に働く性質があることが知られている。そのため、花粉管誘引物質そのものが、植物が受精する際の同種の認識に関わっていると予想された。花粉管誘引物質は東山教授のグループがアゼトウガラシ科のトレニアという園芸植物で初めて同定し、ルアーと名付けたペプチドであった。実際に、ルアーの遺伝子はトレニアの近縁種間で差が大きく、花粉管誘引の種特異性を担う可能性が考えられた。しかし、他の植物種においてこれまでルアーは発見されておらず、実際にルアーにそのような働きがあるのか不明であった。そこで東山教授らは、全ゲノムが解読されているアブラナ科のシロイヌナズナで、ルアーを同定することを試みた。シロイヌナズナには、ルアーに類似する遺伝子が 317 も存在し、シロイヌナズナのゲノム情報だけから誘引物質を同定することは困難であった。そこで、誘引物質は種特異的な活性をもち、その遺伝子もシロイヌナズナに特異的なものであると考え、317 遺伝子について近縁種である西洋ミヤマハタザオのゲノム情報と比較した。その結果、シロイヌナズナの誕生に伴って遺伝子の数を増やし、しかも誘引物質を分泌する「助細胞」という卵装置内の細胞で働く一群の遺伝子を見出した。解析の結果、これらはシロイヌナズナの花粉管誘引物質ルアーの遺伝子群であることが判明した。さらに、シロイヌナズナのルアーは近縁種の西洋ミヤマハタザオの花粉管を誘引する活性が低く、同種の花粉管をより効率的に引き寄せせるために働いていることも示された。

そこで、このシロイヌナズナのルアー遺伝子の1つをトレニアに導入する実験を行った。シロイヌナズナはフウチョウソウ目アブラナ科に、トレニアはシソ目アゼトウガラシ科にそれぞれ属する非常に遠縁な被子植物同士である。そのため、シロイヌナズナの花粉管はトレニアの卵装置には本来は全く誘引されず、交雑することは不可能である。しかし、遺伝子の導入によりトレニアの助細胞はシロイヌナズナのルアーを分泌し、シロイヌナズナの花粉管がトレニアの卵装置に誘引される様子が観察された。さらに正常な受精に必須な過程である、花粉管が卵装置内部へと進入する様子も観察された。この結果は、ルアーが受精における同種の認識に極めて重要な鍵分子であり、この分子を操作することで任意の植物同士を交雑させる技術の開発につながることを示している。

【成果の意義】

本研究により、ルアーが植物の受精における鍵因子であることが明らかとなった。また非常に遠縁な被子植物の間で、ルアーという種特異的であるが同じ特徴をもつペプチドが花粉管誘引物質として働いていることも判明した。これらの結果は、今回研究に用いた二つの植物種だけでなく、他の被子植物においてもルアーを操作することで種間交雑の壁を打破できることを示唆している。本研究で得られた知見が、植物受精の仕組みの理解を加速させることも期待される。さらに研究を進めることで、任意の植物同士の交雑を可能にし、デザイン通りに交雑育種する技術が開発できると考えられる。この技術により、食糧増産やバイオマス向上につながる新しい植物が作出できることが期待される。

名古屋大学では、今月に世界トップレベル研究拠点として「トランスフォーメティブ生命分子研究所」を発足した。世界トップレベルの化学と生物学の融合により、革新的な生命分子の開発を目指す。東山教授らは、今回の知見を基盤に、食糧増産やバイオマス向上につながる新しい植物を作出するための、革新的な分子を開発する計画である。

【用語説明】

生殖隔離障壁

同種同士の受精を保証するための仕組み。これにより異種間での受精は起こりにくく、種間交雑が防がれている。

花粉管

花粉から伸び出す単細胞により作られる管。花粉が雌しべ先端の柱頭に受粉すると伸び出し、花粉の直径の数十倍から数千倍もの長さを伸長して、雌しべの奥深くにある卵装置へと精細胞を運ぶ。

卵装置

受精後に種子となる組織である胚珠の内部にあり、卵細胞と二つの助細胞からなる。卵細胞は花粉管によって運ばれた精細胞と受精して胚を形成する。

助細胞

花粉管の誘引に関わっており、花粉管誘引物質を分泌する細胞。花粉管を誘引した後の花粉管の受け入れや精細胞の放出にも関わっている。

シロイヌナズナ

世界中で植物研究に用いられている双子葉植物のモデル生物。アブラナ科の一年草で、全ゲノム配列が解読されている。また、現存する最も近縁な種の一つで多年草の西洋ミヤマハタザオも全ゲノム配列が解読されているため、進化生物学的な解析にも適している。

【論文名】

“A Species-Specific Cluster of Defensin-Like Genes Encodes Diffusible Pollen Tube Attractants in *Arabidopsis*”

(種特異的なディフェンシン様遺伝子群が、シロイヌナズナにおける拡散性の花粉管誘引物質をコードする)

Hidenori Takeuchi and Tetsuya Higashiyama, *PLoS Biology*



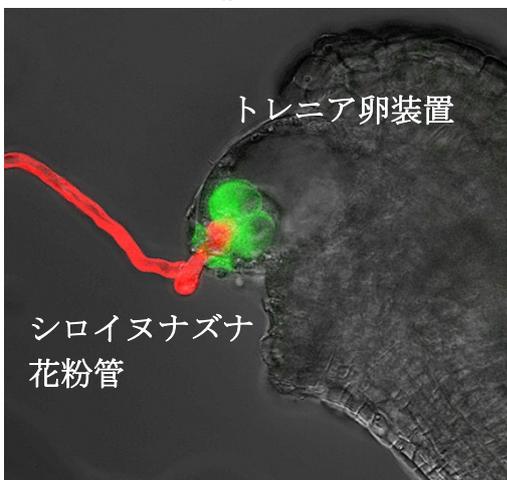
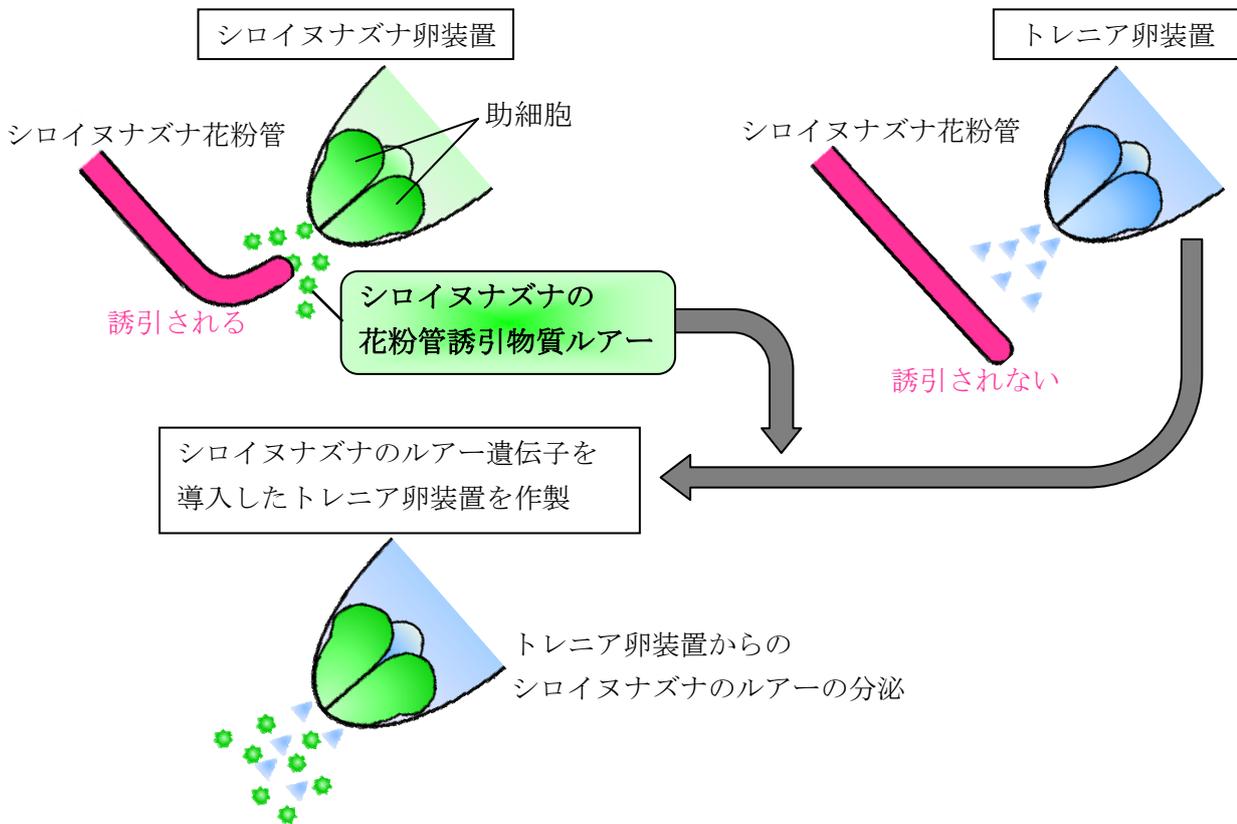
フウチョウソウ目アブラナ科
シロイヌナズナ



交雑不可



シソ目アゼトウガラシ科
トレニア



- ▶ ゲノム進化に着目しシロイヌナズナのルアーを発見
- ▶ シロイヌナズナのルアーを遠縁種のトレニアに導入することで、種間交雑の壁を打破することに成功

ルアーは受精における同種の認識に極めて重要な鍵分子であり、この分子を操作することで任意の植物同士を交雑させる技術の開発が期待される

トレニア卵装置に誘引され、その内部に進入するシロイヌナズナ花粉管蛍光タンパク質で助細胞（緑）と花粉管（赤）を標識している。