

植物が環境変化に応じ 遺伝子の空間配置変化

発見ON⇒銅耐性発揮 阪大と東大が解明

大阪大学大学院理学研究科の坂本勇貴助教、東京大学大学院新領域創成科学研究科の松永幸大教授らの研究グループは、長年不明であった植物の細胞核の構造を維持するタンパク質がCRWN(クラウン)であることをイメージング技術で証明。また、銅環境の変化に合わせて関連遺伝子の空間配置が変化し、遺伝子がCRWNに結合することで遺伝子の発現がONになり、植物は銅に対する耐性を発揮することを明らかにした。

研究グループは、モデル植物シロイヌナズナの細胞核膜に存在するタンパク質CRWNに注目し研究を進めた。その結果、CRWNの細胞核の存在場所を電子顕微鏡で調べると、核膜の内側直下に多く存在した。また、超解像顕微鏡STEEDによりイメージングすることで、CRWNは核膜の内側でメッシュ状の構造を取ることが分かった。これにより、CRWNが

メッシュ状の構造を作り、植物の核膜を裏打ちするタンパク質であることを証明することができた。次に、CRWNの機能が失われた変異体(CRWN変異体)を調べると、銅関連タンパク質CAの遺伝子発現量が低下していることが明らかとなった。このCA遺伝子は、11個の相同遺伝子配列が連なったクラスターを形成しており、そのうち5個のCA遺伝子の発現量が減っていた。そこで、銅耐性を調べると、CRWN異性体は銅に対する耐性が著しく低下していることが分かった。

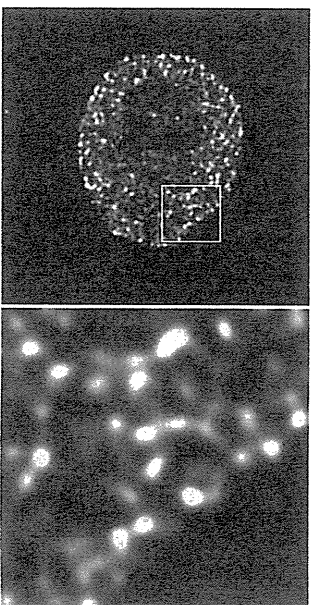
さらに、ChIP法(タンパク質が結合するDNA領域を決定する手法)によってCRWNとCA遺伝子クラスター領域の相互作用を調べたところ、クラスター内の特定の領域がCRWNと相互作用することが分かった。そこで、FISH法(細胞核や染色体の中に含まれる特異的なDNAをハイブリダイゼーションにより可視化する方法)によってCA遺伝子クラスターを可視化して、細胞核内の配置を調べた。その結果、銅濃度が高い環境になると、CA遺伝子クラスターは細胞核内側から核膜

近辺の外側に移動することが明らかになった。

一方、CRWN変異体では、この移動が見られなくなったことから、CA遺伝子の空間ポジションが内側から核膜近傍に変化することで、CRWNと結合してCA遺伝子の転写が行われ、銅耐性を示すことが分かった。これらの結果から、植物の核膜付近には、CRWNを基盤とした転写活性化領域があると推測された。

松永教授の話「外部環境の変化に応じて空間的な遺伝子発現を制御するメカニズム研究の扉を開くとともに、遺伝子の空間配置を人為的に制御することで、環境変化に強い生物種を創り出す新しい分子育種技術の開発に貢献する期待されます」

■CRWN 植物の細胞核を裏打ちするタンパク質。これが欠損すると細胞核が丸くなる。このことから細胞核の形を核膜の裏側から支える構造タンパク質と考えられてきたが、その構造パターンは分からなかった。今回初めてメッシュ構造を超解像顕微鏡で明らかにした。



超解像顕微鏡により撮影したCRWNの細胞核膜(上)におけるメッシュ状分布(下)。