

学 位 論 文 要 旨

核とオルガネラ間のゲノム再編によるアブラナ科作物の有用形質創成に関する研究

Study on development of useful traits by intergeneric rearrangement between the nuclear and organellar genomes in Brassicaceae.

生物生産科学専攻 植物生産科学大講座

藤田 祥明

アブラナ科作物において近縁種のオルガネラゲノムの導入によって、細胞質雄性不稔性 (Cytoplasmic male sterility : CMS) や除草剤耐性、香味成分、病害虫への抵抗性、種子や植物体の増大などのさまざまな形質変異を引き起こすことが知られているが、それらの形質変異の実用化は、CMS が F₁ 品種の種子生産に適応されたのみである。また、従来の品種改良は、主に核ゲノム内の形質変異に着目していることから、核ゲノムとオルガネラゲノム間の協調性についての研究は数少なく、オルガネラゲノムを効率的に利用できていない。そこで本研究では、核ゲノムとオルガネラゲノム間の協調性を「核ゲノムとオルガネラゲノム間のクロストーク」と定義し、アブラナ科作物において近縁種のオルガネラゲノムを導入したことでみられる雌性稔性や雄性稔性、バイオマスの 3 点への影響に着目するとともに、核ゲノムとオルガネラゲノム間のクロストークによる農業的有用形質の実用化を試みた。

属間交雑および連続戻し交雑を用いて、*Diplotaxis tenuifolia* のオルガネラゲノム (cyt-Dt) を導入した異質細胞質 *Brassica rapa* 系統 (2n = 20) の作出を試みたが、*D. tenuifolia* 由来の染色体が 1 本添加された *B. rapa* 系統 (Monosomic Addition Line : MAL) のみが得られ、その後、連続戻し交雑を試みても添加染色体を保持した個体のみが得られた。そこで、(cyt-Dt) *B. rapa* MAL 植物が後代作出にオルガネラゲノム提供種由来の染色体を必要とする理由について調査したところ、(cyt-Dt) *B. rapa* MAL 植物と *B. rapa* 系統との交配において、胚珠の約 50 % が花粉管を誘引し、全ての後代に添加染色体が存在した。これらの結果から、n = 10 ではなく n = 11 の雌性配偶子のみが受精することで成熟種

子に発達し、細胞質雌性不稔性はオルガネラゲノム提供種由来の回復遺伝子によって克服されることが示唆された。

D. erucooides のオルガネラゲノム (*cyt-De*) は、*B. rapa* (AA ゲノム) および *B. oleracea* (CC ゲノム) に導入することで CMS を誘発した一方、それらの異質倍数体である *B. napus* (AACC ゲノム) は、雄性可稔を示したことから同一種のオルガネラゲノムを導入したにもかかわらず、核ゲノムの遺伝的背景によって雄性形質の表現型が異なることが示された。*(cyt-De) B. napus* 植物において雄性稔性を回復した分子機構を明らかにするために、これら (*cyt-De*) *Brassica* 3 栽培種の蒴発達を蒴の組織学的観察と雄性不稔の原因遺伝子である *orf108* の発現を定量することで特徴付けた。*(cyt-De) B. rapa* 植物は、蒴室を形成するが、*orf108* がプロセッシングされないため機能不全の花粉粒を生産する雄性不稔であり、(*cyt-De*) *B. oleracea* 植物は、*orf108* がプロセッシングされるが、それ以前に蒴室が未分化で小孢子母細胞が形成されない雄性不稔であった。それらの異質倍数体の (*cyt-De*) *B. napus* 植物は、部分的ながらも蒴室を形成し、*orf108* 転写産物量の抑制により雄性稔性を寛解したことが明らかとなり、異質倍数化により蒴室形成能と花粉稔性が相補され、雄性稔性が寛解されたと考えられた。

外来性オルガネラゲノムの導入による植物体の生育への影響を明らかにするために、(*cyt-De*) *B. napus* 系統と *B. napus* 系統との正逆交雑を行い、オルガネラゲノムが異なる系統を作出し、生育特性調査と葉の内部構造の観察を行ったところ、(*cyt-De*) *B. napus* 系統は、柵状組織の肥大によりバイオマスの向上に至ったことが明らかとなった。バイオマスの向上がみられた (*cyt-De*) *B. napus* 系統は、*B. napus* 系統より ATP 関連遺伝子群や光合成関連遺伝子群が上方制御される傾向がみられ、葉緑体阻害剤の添加により、(*cyt-De*) *B. napus* 系統におけるバイオマス向上の効果が打ち消された。これらのことから、(*cyt-De*) *B. napus* 系統において葉緑体ターゲット遺伝子や光合成関連遺伝子の発現量の増加が柵状組織の肥大に寄与する可能性が示唆された。また、(*cyt-De*) *B. napus* 系統の収量特性は、植物体および種子形質において高い値を示し、収穫量を増産させる育種素材としての利用が期待された。

以上のことから、本研究では、アブラナ科作物において雌性稔性時に核ゲノムとオルガネラゲノム間のクロストークが影響を及ぼすこと、異質倍数化により CMS を寛解するという新たな知見を見出すとともに、外来性オルガネラゲノムの導入によりバイオマスの向上がみられる *B. napus* 系統を作出した。これらの研究成果によって、核とオルガネラ間のゲノム再編により有用形質を創成することを目的とした「オルガネラ育種」という新たな育種法の確立につながることを期待される。