

氏 名	増田 佳苗
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	農 学
学位授与番号	博甲第 6 6 5 8 号
学位授与の日付	2 0 2 2 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	環境生命科学研究科 農生命科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)
学位論文の題目	Molecular mechanisms for plastic sex expression in hexaploid persimmon (六倍体栽培ガキにおける性の揺らぎの分子機構)
論文審査委員	教授 豊田 和弘 教授 久保 康隆 准教授 牛島 幸一郎 准教授 赤木 剛士
学位論文内容の要旨	
<p>In contrast to animal, plants specifically have undergone frequent and reversible transitions amongst various sexual systems, which have potentially acted as a key strategy to insure the balance between genetic diversity and stable reproduction. Polyploidization is often proposed to be a big effector for these transitions, while no clear molecular evidences have been given. The genus <i>Diospyros</i> exhibit an interesting transition between sexual systems, providing good materials for association in polyploidy and sexuality. Most <i>Diospyros</i> diploid species are dioecious (with distinct male and female individuals), in which the Y-encoded small-RNA gene <i>OGI</i> and its targeted autosomal feminizing gene <i>MeGI</i> play central rolls. While, limited numbers of polyploid species often exhibit transition out of dioecy, to more plastic sex expression. Here, we focus on mainly three aspects of transitions out of dioecy in hexaploid <i>D. kaki</i>, which is known as Oriental or cultivated persimmon. In <i>D. kaki</i>, genetically male individuals carrying the Y-encoded <i>OGI</i> exhibit monoecious sex determination, potentially producing both male and female flowers in one tree. Still, the mechanisms to determine the balances of male and female flower production have been little understood. In the first aspect, attempts were made to identify the molecular mechanism to determine male-female flower ratio in a tree, by transcriptomic network analysis with cv. Kumemaru which stably produces only male flowers, and genome-wide association analysis (GWAS) with a segregating population. These analyses found that allele dosage-dependent <i>cis</i>-regulation of <i>OGI</i>, and also <i>trans</i>-acting factor for <i>OGI</i> activation via stress signaling, would have substantial effect for male flower production ability in <i>D. kaki</i>. In the second aspect, we approached to uncover the mechanism to somaclonal sex conversion in genetically female cultivars with no <i>OGI</i> (or Y-chromosome). With a genetically female cultivar, Saijo, which occasionally exhibited reversible sex conversions, multi-omics approaches identified DNA methylation fluctuation in <i>MeGI</i> gene could overwrite the genetic sex expression. In the third aspect, we aimed to identify the molecular pathways integrating the polyploid-specific reversions from male into hermaphrodite flowers by co-expression gene network analysis with hundreds of transcriptomic data. We could identify an integrator of two antagonistic pathways dependent on ABA or cytokinin signals, consistently resulting in hermaphrodite flower production, named <i>DkRAD</i>. Our results suggested that polyploidization have constructed novel layers responsive to various environmental conditions resulting in flexible sex expressions in hexaploid persimmon, which shed light on the potential significance of polyploidization in plant sex evolution.</p>	

## 論文審査結果の要旨

「性」は生物の遺伝的多様性を維持するための基本的戦略であり、動物・植物の枠を越えて存在する共通概念である。しかし、植物における性は、動物における個体単位の画一的な性とは対照的に、花単位の性によって個体内に複数の性表現を有することが出来る。さらに、この植物における可塑的な性表現は、画一的な雌雄個体性と、祖先である両全性間の往来によって、可逆的かつ柔軟な「揺らぎを持つ性」として進化してきたことが示唆されている。一方、その分子メカニズムや進化過程については長らく未解明であった。

申請者（増田佳苗氏）は、植物では初めて性決定遺伝子が同定されたカキ属植物において顕著な性表現の揺らぎを示す六倍体の栽培ガキに着目し、その特性を「個体内の雌雄花バランス」「性染色体に依存しない偶発的性転換」「雄花から両性花の派生する分子機構」という3つの観点において解析した。「個体内の雌雄花バランス」については、トランスクリプトーム解析からの共発現ネットワーク解析・ゲノムワイド連関解析 (GWAS 解析) を組み合わせることで、性決定遺伝子 *OGI* の発現の揺らぎに関わる *cis-trans* 両側面からの制御機構を明らかにし、*OGI* 遺伝子のエピゲノム制御に関わるストレス応答経路の存在を示唆した。「性染色体に依存しない性転換」では、全ゲノムワイドなDNAメチル化レベルの揺らぎが、*OGI* の下流標的遺伝子である *MeGI* と連動し、遺伝的な枠組みを超えた性転換を可能にしていることを明らかとした。「雄花から両性花が派生する分子機構」については、既存の性決定経路に依存しない新規環境応答系が六倍体栽培ガキにおいて成立していることを発見し、*RADIALIS* 様遺伝子がこれらの環境応答系シグナルを統御することによって祖先である両性花の再構築を可能にしていることを明らかとした。これらの研究はいずれも、植物に特異な性表現およびその進化に関する極めて重要な分子実証であると言える。

以上のことから、本成果は博士（農学）の学位に値すると判定した。