

氏名	横田 悦子
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4289号
学位授与の日付	平成23年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 バイオサイエンス専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	Molecular structure and stability of minichromosomes in <i>Arabidopsis thaliana</i> (シロイヌナズナにおけるミニ染色体の分子構造と安定性)
論文審査委員	教授 村田 稔 教授 坂本 亘 准教授 長岐 清孝

### 学位論文内容の要旨

Eukaryotic chromosomes play important roles in transmitting genomic information to daughter cells. For functioning the chromosomes, at least three elements (replication origin, telomere and centromere) are required. Indispensability of these three functional elements was shown first in budding yeast with “point” centromeres. In other organisms including humans, “minichromosomes”, the size of which is much smaller than ordinary chromosomes, have been utilized for study of the centromere structure and function. In a model plant, *Arabidopsis thaliana*, a minichromosome derived from the short arm of chromosome 4 (4S) has been identified. The size of this “mini4S” chromosome and the amount of centromeric major satellite (180-bp family) were determined to be <7.5 and 1 Mb, respectively, the sizes of which correspond to one third of the original chromosome 4. Recently, two more minichromosomes, named mini $\alpha$  and mini $\delta$  have been identified in the transgenic plant.

In the present study, I investigated the molecular structure and stability of these three *Arabidopsis* minichromosomes, mini4S, mini $\alpha$  and mini $\delta$ , to know the minimum functional size of chromosomes and centromeres. First, I characterized two novel karyotypes, RK1 and RK2, containing mini $\alpha$ , and pointed out the possibility that (a) putative genetic element(s) controlling minichromosome stability are expressed preferentially in RK1, and not in RK2. Secondly, I characterized new ring minichromosomes, mini $\delta$ 1 and mini $\delta$ 1-1 derived from mini $\delta$ . Compared with the ring chromosomes reported in other organisms, mini $\delta$  and mini $\delta$ 1 were relatively stable and transmissible to the next generation, so the molecular structures, mitotic and meiotic behaviors were investigated in detail, and attempted to reveal the cause of the stability. Finally, I characterized a novel chromosome pTL derived from mini4S. Although the mechanism how pTL was produced remains unclear, pTL was found to originate from a fusion between mini4S and a segment of chromosome-1 bottom arm. This size enlargement enhanced the chromosome pairing, and increased the transmission rate, indicating that the size of chromosome is important for the stable transmission.

## 論文審査結果の要旨

真核生物の染色体は、その生物がもつゲノム情報を正確に娘細胞に伝達するために重要な構造体である。染色体が染色体として機能するには、少なくとも3つの要素（複製起点、動原体とテロメア）が必要であり、このことは出芽酵母で最初に確認された。しかし、高等真核生物の機能要素は、その構造が非常に複雑で、大型であることから、解析が困難であることが多い。本研究では、モデル植物であるシロイヌナズナにおいて、動原体やテロメアなどの機能要素を一部欠いたミニ染色体を複数発見または作出し、それらミニ染色体の安定性を、機能要素の構造やサイズと関連させて詳細に解析している。

本論文ではまず、シロイヌナズナの形質転換体後代に、 $\alpha$ 、 $\beta$ と $\gamma$ という新たな構造を有する染色体を特定し、これらを独自にもつ核型系統RK1とRK2を育成した。これら系統の形態や染色体動態の比較から、RK1ではミニ染色体 $\alpha$ が安定化していることを発見した。一般的に、ミニ染色体は減数分裂時に早期に分離するなど不安定であることが知られているが、RK1では、ミニ $\alpha$ の減数分裂中期での対合が安定であった。そして、この原因が、RK1に特異的な、1番染色体上腕末端の重複にあることを分子細胞学的に示した。次に、一般的に不安定であることが知られている環状染色体を3種（ $\delta$ 、 $\delta 1$ と $\delta 1-1$ ）同定し、それらの構造と安定性を解析した。これにより、 $\delta$ と $\delta 1$ は二動原体型の環状染色体でありながら、比較的安定であるのに対し、 $\delta 1-1$ は一動原体型の環状染色体であり、体細胞分裂で不安定であることを示した。さらに、これらの原因が、動原体と染色体のサイズに起因していることを分子レベルで明らかにした。最後には、線状のミニ染色体4Sの不安定性が、他の染色体部分の融合により解消される現象を、分子細胞学的に証明した。

本研究で解析されたミニ染色体は、植物の染色体としてはこれまでにない特徴を備えており、それら染色体の機能要素と安定性の関係を明らかにしたことは、この研究の業績である。よって、本研究論文は、博士（農学）の学位に価すると判定する。