

氏 名	荆 子桓
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 5 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	Studies on the NB-LRR-encoding genes conferring susceptibility to organophosphate pesticides and leaf greenness in sorghum (ソルガムの有機リン系殺虫剤とステイグリーンに関わる NB-LRR 遺伝子の研究)
論文審査委員	教授 山本 敏央 教授 馬 建鋒 准教授 杉本 学
学位論文内容の要旨	
<p>Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) is the fifth most important cereal crop worldwide, and its high biomass along with extreme tolerance to drought and high-temperature conditions makes sorghum a potential crop for food, fodder, and bioenergy production. Improving the cultivation of sorghum is essential for continuing to reap the benefits of this cereal and for leveraging its economic advantages. However, sorghum, like other crops, has some undesirable traits that reduce its yield. One such trait is the defect in leaf greenness that is associated with the sensitivity to organophosphates. A particular type of organophosphates, commonly used to protect against insect attack, has been known to turn sorghum leaves brown, causing cell death and wilting. In this study, my laboratory started with crossing (i.e., mating) the organophosphate-sensitive NOG (or Takakibi) with the organophosphate-resistant sorghum variety BTx623. And we found that all the progeny indicated organophosphate sensitivity (OPS) phenotype. This implied that OPS was a “dominant” trait, and it means that plants would be sensitive to organophosphates even if they had one copy of an OPS-related gene (heterozygous type). To identify those genes, we used a technique called ‘Quantitative trait locus mapping.’ I identified the genetic locations associated with OPS in the NOG variety by this technique. I found that the genes encoding the NB-LRR protein, which is present on the outer membrane of plant cells and presumably recognizes external agents, are responsible for OPS in sorghum. The mechanism of organophosphate-induced damage in sorghum was similar to how plants suffer damage during pathogenic infections. Then I concluded that the NLR-C gene, which was functional in NOG but not in BTx623, was responsible for OPS in a dominant manner. The study could offer an improved understanding of the diverse roles played by the NB-LRR protein in sorghum. But more importantly, it lays the foundation for much-needed improvements in the breeding of sorghum. Pesticides like organophosphates are very useful in protecting plants from insects, but they should not damage the plant itself. My findings could help in the development of sorghum varieties that can be grown safely with organophosphate treatment, thus improving the longevity of this crop. Moreover, this OPS trait is not specific to sorghum but can also be observed in other important plants, including tomato. My findings could therefore help in the development of sustainable agriculture with the proper use of pesticides.</p>	

論文審査結果の要旨

多様な遺伝資源を用いることが多い現代の作物品種改良において、病虫害防除に必須となる一般的な農薬への遺伝的感受性は重要な育種形質となっている。荊子桓氏は、世界的に重要な飼料作物でありエネルギー作物であるソルガムにおいて、アブラムシ等の防除に用いられる有機リン系殺虫剤のいくつかの種類で薬害感受性に品種間差異があることを見出した。薬害感受性は、ステイグリーン形質を始めとする各種バイオマス関連形質の評価を攪乱させる大きな要因となることから、同氏はこの農薬感受性に関する遺伝要因と作用機作の解明に取り組んだ。

日本国内で使われる複数の有機リン系殺虫剤のうち、fenitrothionやmalathionは日本のタカキビ自殖系統NOGに薬害 (Organophosphate-Sensitive Reaction, OSR) を引き起こす。NOGとOSRを起こさない系統BTx623の組み換え自殖系統群 (Recombinant Inbred Lines, RIL) を用いた約3,700のDNAマーカーによるQTL解析から、OSRに関係する主要なゲノム領域 (*qOPS5*) を第5染色体に見出した。候補領域内の予測遺伝子情報から、*qOPS5*の候補遺伝子として病虫害抵抗性の過敏感反応で知られるNB-LRR遺伝子のクラスターを見出した。F₁個体とRIL集団内の*qOPS5*領域に関する残存ヘテロ個体後代の表現型解析や、クラスターを識別する特異的プライマーを用いた発現解析、塩基配列情報の比較から、クラスター内の3番目の遺伝子NLR-C (Sb005G072000) が貢献遺伝子であることを明らかにした。また*N. benthamiana*を用いた相補性試験によってこの反応に種特異的な遺伝子ネットワークが介在する可能性を示唆した。

本研究成果はソルガムのみならず他の作物育種においても注視すべき重要な知見であり、その一部は参考論文として査読付きの英文国際誌にて出版されている、口頭試問においても問題なく対応しているため、博士号授与に値するものであることを認める。