

氏名	SUMAIYA FARZANA
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第 7477 号
学位授与の日付	2026年 3月 25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	Reactive carbonyl species involvement in isothiocyanate-induced stomatal closure (イソチオシアネート誘導気孔閉口への活性カルボニル種の関与)
論文審査委員	教授 仁戸田照彦 教授 村田芳行 准教授 宗正晋太郎 准教授 中村俊之
学位論文内容の要旨	
<p>Chapter 1 introduces the background, rationale, and objectives of the study. Stomatal pores, formed by a pair of guard cells, play a vital role in regulating gas exchange and transpiration water loss in plants. Guard cells respond to a range of biotic and abiotic cues, including phytohormones and environmental stress factors. Isothiocyanates (ITCs), electrophilic secondary metabolites, are known to induce stomatal closure in plant species. Isothiocyanate-induced stomatal closure is associated with the elevation of reactive oxygen species (ROS) levels and depletion of intracellular glutathione (GSH), but the downstream signaling events remain unclear. Carbonyl compounds with α,β-unsaturated bonds such as acrolein and 4-hydroxy-(<i>E</i>)-2-nonenal (HNE) are grouped as reactive carbonyl species (RCS), which is more electrophilic than simple aldehydes and ketones. Reactive carbonyl species (RCS) have emerged as signaling molecules. The study aims to clarify the involvement of RCS in ITC-induced stomatal closure and distinguish their effects from those of non-RCS aldehydes.</p> <p>Chapter 2 describes the involvement of RCS in ITC-induced stomatal closure in <i>Arabidopsis thaliana</i>. Several ITCs (AITC, SFN, BITC, and PEITC), carbonyl compounds, RCS (acrolein, 4-hydroxy-(<i>E</i>)-2-nonenal (HNE), crotonaldehyde, and (<i>E</i>)-2-pentenal), and non-RCS aldehydes (propionaldehyde, butyraldehyde, and <i>n</i>-pentanal) were used to measure stomatal aperture, ROS levels, and GSH content in the guard cells of <i>Arabidopsis</i>. Scavengers of RCS significantly inhibited ITC-induced stomatal closure and depletion of GSH but not elevation of ROS levels, indicating that RCS functions downstream of elevation of ROS levels. Isothiocyanates induced RCS accumulation, such as acrolein and HNE, crotonaldehyde, which showed a strong correlation with stomatal closure and GSH depletion. Exogenous application of RCS induced stomatal closure and GSH depletion, while non-RCS aldehydes failed to induce these responses. Among the tested RCS, acrolein and HNE showed a strong effect in inducing stomatal closure and GSH depletion. These findings suggest that RCS, particularly acrolein and HNE, are key mediators of ITC-induced stomatal closure in <i>Arabidopsis</i> guard cells.</p> <p>Chapter 3 extends the investigation to tobacco (<i>Nicotiana tabacum</i>) to explore whether the involvement of RCS in ITC-induced stomatal closure functions as a downstream molecule of ROS level elevation. Wild-type tobacco and transgenic tobacco plants overexpressing <i>Arabidopsis</i> 2-alkenal reductase (AER-OE), an enzyme that detoxifies RCS, were used to evaluate stomatal responses. Isothiocyanate-induced stomatal closure was significantly reduced in AER-OE lines compared to wild-type plants, while the elevation of ROS levels remained unaffected in both lines. Scavengers of RCS also suppressed ITC-induced stomatal closure in wild-type tobacco. These results support the hypothesis that RCS functions as a downstream mediator of ROS level elevation in guard-cell ITC signaling and play a conserved role in stomatal regulation across plant species. Chapter 4 is the summary of the whole thesis.</p>	

論文審査結果の要旨

高等植物において、気孔閉口は、ストレス応答の一つとして極めて重要である。シロイヌナズナにおいてイソチオシアネートが気孔閉口を誘導する。また、アブシシン酸やジャスモン酸メチル誘導気孔閉口において、活性カルボニル種が関与していることが報告されているが、その機能は明らかにされていない。

本論文では、シロイヌナズナを材料として、イソチオシアネート誘導気孔閉口における活性カルボニル種の関与を明らかにし、さらに、4種類のイソチオシアネートを用いて、活性カルボニル種の機能を明らかにすることを目的とした。

イソチオシアネート誘導気孔閉口においても、活性カルボニル種がセカンドメッセンジャーとして機能していることを明らかにした。また、イソチオシアネートの反応性と気孔の開度とに正の相関があり、また、グルタチオン量と負の相関があることを明らかにした。さらに、生成する活性カルボニル種の中から主要なシグナル伝達因子を同定した。

本研究内容は、学術的な価値のみならず、気孔運動に着目した植物（作物）生産制御のための技術の基礎となるものである。従って、本審査委員会は本論文が博士（学術）の学位論文に値すると判断した。