

氏名	黄麗雅		
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	5844	号
学位授与の日付	平成30年 9月27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 Stomatal Response to Sulfur Dioxide in Arabidopsis (シロイヌナズナにおける二酸化硫黄に対する気孔応答の研究)		
論文審査委員	准教授 森 泉	教授 平山 隆志	教授 坂本 亘 (資)
学位論文内容の要旨			
<p>Sulfur dioxide (SO₂) is a major airborne pollutants known to impact natural vegetation and crop production. The effects of SO₂ on plants have been extensively studied since 1848, yet reports on stomatal response against SO₂ are limited and ambiguous. Little is known about SO₂ effects on stomata, be it the responsive SO₂-derived chemical species inducing stomatal response, the mode of action of SO₂ or the regulation mechanism for stomatal response against SO₂. In this study, I investigated the stomatal response to SO₂ using Arabidopsis mutants and explored the involvement of cell death, as well as examined the potential involvement of hormones and other signaling molecules in SO₂-induced stomatal closure successively to identification of the responsible chemical species that induces stomatal closure.</p> <p>H₂SO₃ has been identified as the responsible species of aqueous SO₂ among the three chemical species formed in aqueous SO₂: H₂SO₃, HSO₃⁻, and SO₃²⁻, through examination on the stomatal response to a wide range of aqueous SO₂ concentrations with varied proportions of these species.</p> <p>Several studies in other plants attributed SO₂-induced stomatal closure to abscisic acid (ABA) synthesis and NO and H₂S productions. Hormone quantification by LC-MS and NO and H₂S scavenging experiments on H₂SO₃-treated leaves suggest that these signals were not involve in SO₂-induced stomatal closure. Here, I revealed that non-apoptotic cell death in the guard cells was the reason for SO₂-induced closure. Moreover, SO₂ has been reported to induce stomatal opening at low concentration in addition to closure induction at high concentrations in <i>Vicia faba</i>, although no opening induction was reported in other plants. A biphasic response of stomata treated with low concentration of H₂SO₃ by a frequency histogram analysis suggested that SO₂ promotes stomatal opening in the light, while provoking cell death in the guard cells in parallel, in Arabidopsis.</p> <p>Stomatal responses to carbon dioxide (CO₂) and ozone (O₃) have been found to share similar molecular regulatory factors. I hypothesized that this common mechanism functions also in SO₂ response as a protection mechanism against harmful gases. Therefore, I examined the stomatal response of CO₂- and O₃-insensitive stomata mutants to SO₂. No significant differences were found in stomatal response in these mutants from the wild type, suggesting that the molecular mechanism that induced stomatal closure against SO₂ is different from O₃ and CO₂. This study provides new insights into the mechanism of stomatal closure induction against hazardous gases.</p>			

論文審査結果の要旨

二酸化硫黄は植生や作物生産に悪影響を与える大気汚染物質であり、その影響は産業革命以来長らく研究されてきた。近年、気孔閉口運動が有害ガス侵入を防止する生理現象であるとする説が有力になっている。しかし、二酸化硫黄による気孔閉口運動についてはその生理学的意義および分子機構はほとんど理解されていない。

Ooiさんは二酸化硫黄が細胞に作用する際に生成される3種の化学形態のうち亜硫酸のみが気孔閉口誘導に関与し、重亜硫酸イオンや亜硫酸イオンは関与しないことを明らかにした。さらに有害ガス誘導気孔閉口に欠損のある既知のシロイヌナズナ突然変異体を活用することにより、巧妙な実験と直接的な論理展開により、オゾンおよび二酸化炭素誘導気孔閉口と二酸化硫黄誘導気孔閉口の分子機構が異なることを明らかにした。また、二酸化硫黄誘導気孔閉口機構が非アポトーシス型の細胞死によることを示す実験的証拠を提示した。

これらの研究は *Plant Cell and Environment* 誌に掲載された。気孔生理学において有害ガス誘導気孔閉口機構のドグマを構築する流れがあるが、先入観にとらわれず強固な実験的証拠を示すことにより、大方の研究者の予想を覆す学説を証明したことは学術的に高く評価できる。さらに地球の地質学的歴史と植物の進化過程の関係を考察し、二酸化炭素・オゾン・二酸化硫黄への気孔応答の発達について考察したことは Ooi さんの高い発想力と優れた科学的洞察力を示していると考えられる。また国内及び国際学会で研究成果を発表しており、学位発表では分子生物学・化学・細胞生理学・地質学に至る広範な関連事象についてわかりやすく説明した。Ooi 氏は博士号授与に値する十分な研究成果を挙げ、将来を担う科学者となるべく研鑽を積んだことを学位論文審査員が全員一致して認める。