

Responses and adaptation of *Arabidopsis thaliana* to selenate and sulfur limitation

李, 虹橋

<https://hdl.handle.net/2324/7363890>

出版情報 : Kyushu University, 2024, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)



氏 名	李 虹橋 (LI HONGQIAO) リ ホンキョ			
論 文 名	Responses and adaptation of <i>Arabidopsis thaliana</i> to selenate and sulfur limitation (セレン酸および硫黄不足に対するシロイヌナズナの応答と適応)			
論文調査委員	主 査	九州大学	教授	丸山 明子
	副 査	九州大学	教授	穴井 豊昭
	副 査	九州大学	教授	平舘 俊太郎

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

植物は環境中の無機元素を吸収し、有機物へと同化する能力をもつことで他生物への栄養供給および地球上の物質循環を担う。硫黄は生物の必須元素の一つであり、植物は硫酸イオンとして硫黄を取り込み、様々な含硫化合物を生合成する。硫酸イオン輸送体(SULTR)の働きにより根から吸収された硫酸イオンは、ATP による活性化に続く数段階の還元反応を経てシステインへと同化される。その後、システインを基に、グルタチオン(GSH)、メチオニン、グルコシノレート(GSL)などの様々な含硫代謝物が生合成される。硫黄不足は植物の生育を抑制するが、その仕組みはよく理解されていない。硫黄の同族元素であるセレンもまた多くの生物の必須元素である一方、高等植物ではその必須性が認められておらず、有用元素として認知されている。環境中の主な存在形態はセレン酸であり、SULTR を介して植物に吸収され、硫黄と同じ経路によりセレノシステインへと同化される。高濃度のセレンが存在する環境では、セレノシステインやセレノメチオニンが非特異的にタンパク質に取り込まれ、植物の生育が阻害される。一方、低濃度のセレン酸は植物にストレス耐性を付与することが知られている。

本論文は、セレン酸処理や硫黄不足に対する植物の応答・適応機構の解明を目的として、「セレン酸が植物代謝に与える影響」および「硫黄不足耐性を示すシロイヌナズナ野生系統の代謝特性」を解析したものである。

セレン酸が植物代謝に与える影響については、まず、異なる濃度のセレン酸を含む培地でシロイヌナズナ(*Arabidopsis thaliana*, cv. Columbia-0; Col)を育成し、生育を大きく阻害しないセレン酸濃度を 2 μ M に決定した。同条件で育成したシロイヌナズナを用いてノンターゲットメタボローム解析を行い、2515 種の独立したピークを得た。これらのピークの移動時間と質量数およびその面積値について主成分分析を行ったところ、セレン酸処理区と無処理区とが第一主成分(PC1)により明確に区別された。そこで PC1 への寄与率を元にセレン酸処理の影響を受ける代謝物の同定を試みたところ、セレン酸処理が GSL やアミノ酸の減少、フラボノイドの増加をもたらすことが分かった。含硫代謝物量を測定したところ、セレン酸処理に応じて硫酸イオンや総硫黄量が増加し、システインや GSL が減少した一方、GSH 量は変化しなかった。セレン酸処理が硫黄不足と似た応答を引き起こすことが知られていたが、アミノ酸の減少は硫黄不足下では認められておらず、エネルギー代謝の阻害を介したアミノ酸生合成の抑制がセレン酸の第一の標的であり、その結果生じる酸化ストレスへと適応するために GSH やフラボノイドが蓄積すると考えられた。

硫黄不足耐性を示すシロイヌナズナ野生系統の代謝特性については、シロイヌナズナ野生系統 17 種を硫黄十分、硫黄不足下で育成し、生重量を測定することにより、硫黄不足下でも生育の阻害されない系統 Cape Verde Island (Cvi)を見出した。実験系統である Col と Cvi を硫黄十分、硫黄不足下で育成し、地上部と地下部のそれぞれについてトランスクリプトーム解析を行ったところ、硫黄同化系や GSL 代謝系で働く遺伝子群の発現が硫黄条件に関わらず Cvi で増加していた。また、2つの系統間で有意に変化する

る代謝経路として、硫黄同化系、GSH 代謝系、GSL 代謝系、炭素代謝系が検出された。そこで、硫酸イオン、システイン、GSH、GSL および総硫黄量を測定したところ、Cvi では硫黄条件に関わらずシステイン、GSH、GSL が増加していた。炭素や窒素、その他の必須元素の蓄積を調べたところ、硫黄不足下では炭素の増加に加え、鉄や亜鉛、マンガンなど光合成に必要な元素が Cvi で増加していた。Cvi は硫黄不足下でも光合成や硫黄同化の活性を維持できることにより、硫黄不足耐性を保持していると考えられた。

以上要するに、本論文はセレン酸に応じた植物の代謝変化、硫黄不足耐性系統の代謝特性を初めて明らかにしたものであり、植物栄養生理学の発展に寄与する価値ある業績と認める。よって、本研究者は博士(農学)の学位を得る資格を有するものと認める。