

(第5号様式)

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	Jubayer-Al-Mahmud
審査委員	主査 藤田 政之 副査 片山 健至 副査 島崎 一彦 副査 秋田 充 副査 鈴木 利貞

論文名

Physiology and Metabolism in Heavy Metal Toxicity and Tolerance of *Brassica* species: Roles of Different Exogenous Phytoprotectants

(ブラシカ種の重金属毒性と耐性における生理と代謝：種々の植物保護剤の役割)

審査結果の要旨

土壌の重金属汚染は、世界規模で農業生産性を制限する因子となり、また、人間、動物に深刻な健康障害となる、重大な環境問題である。重金属の中でもカドミウムとクロムは、農作物生産における大規模開発にとっては、より注視されるべき重金属となってきた。土壌におけるカドミウムとクロム毒性は、植物の種子発芽、生育、成長を阻害する。このような点から、土壌からのカドミウムとクロムのファイトレメディエーションによる除去と、重金属毒性に対する植物の耐性強化は、切迫した課題となっている。それ故に、本研究では、ブラシカ種のカドミウム及びクロムストレスに対する生理・生化学；カドミウムストレス下におけるクエン酸と EDTA の機能；クロムストレス下における GABA とリンゴ酸の機能について調べている。第一の研究では、三種のブラシカ種、(*B. napus*, *B. campestris*, *B. juncea*)の金属蓄積と耐性について調べた。その結果、用いられたブラシカ種では *B. juncea* が濃度依存的にカドミウムを最も蓄積した。カドミウムストレスは、すべての種において、生体量を減少し、葉の相対含水量、葉緑素量を減少し、一方、プロリン、マロンジアルデヒド、過酸化水素、スーパーオキシドアニオン、メチルグリオキサール量およびリポキシゲナーゼ活性を増加した。しかし、*B. juncea* における酸化ダメージは他種に比べてより小さく、これは抗酸化防御およびグリオキサラーゼ系が、よりよく機能していたことによることが示唆された。以上の結果から、*B. juncea* は他種に比べよりカドミウム毒性に対する耐性が高く、蓄積量も大きいと判断できた。第二、第三の研究では、*B. juncea* を用いカドミウム毒性に対する EDTA とクエン酸の緩和について調べた。EDTA とクエン酸なしでは、濃度依存的にカドミウムを根部および苗条部に蓄積した。これにより、抗酸化防御およびグリオキサラーゼ系が妨害され、それによって、植物体の成長・生理が阻害された。一方、EDTA とクエン酸を投与されたカドミウム処理幼苗では、非酵素的抗酸化物質、酵素的抗酸化物質、グリオキサラーゼ系酵素はアップレギュレートされていた。さらに、EDTA の投与はカドミウムの取り込みを減少した。EDTA とクエン酸の投与はカドミウムストレスを軽減した。第四、第五の研究では、*B. juncea* を用い、クロム毒性の緩和における GABA とマレイン酸の効果について調べた。クロムは濃度依存的に根部および苗条部に蓄積した。これにより、抗酸化防御およびグリオキサラーゼ系が妨害され、それによって、酸化ストレスが増加した。

クロムストレスはまた、成長、水分状態、光合成能力に悪影響を与えた。さらに、GABA の投与はクロムの取り込みを減少したが、マレイン酸の投与は取り込みを増加した。しかし、両方ともにおいて、ほとんどの酵素的抗酸化物質はアップレギュレートされており、また、グリオキサラーゼ系酵素もアップレギュレートされていた。このことは、結果的に酸化的ダメージを軽減し、葉緑素量を増加し、水分状態、成長を改善し、生体量を増やした。以上のことから、クエン酸とマレイン酸は *B. juncea* において、重金属に対するファイトレメディエーションの能力を向上させ、さらには、抗酸化防御とグリオキサラーゼ系酵素をアップレギュレートすることにより、重金属ストレス耐性強化に働いていることが明らかとなった。

以上の研究成果は、植物ストレス生理学・生化学の領域における博士論文の内容として、一定の水準を満たした研究であると評価できる。また、以上の研究成果は、インパクトファクターが公示されている国際的学術雑誌に、3報の論文として報告されている。

本学位論文に関する公開審査会は、平成 29 年 8 月 5 日に高知大学農林海洋科学部において開催され、申請者の論文発表と、これに関する質疑応答が行われた。引き続き開催された学位論文審査会において、学位論文の内容について審査した結果、審査員全員一致して、本論文は博士（農学）の学位を授与するに値すると判断した。