

## 自己評価報告書

平成23年 5月10日現在

機関番号：82101

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20510089

研究課題名（和文） 重金属汚染土壌の修復を目的とした有用植物資源の活用に関する研究

研究課題名（英文） Application of plant resource for remediation of heavy metal contaminated soil

研究代表者

玉置 雅紀 (TAMAOKI MASANORI)

独立行政法人国立環境研究所・生物圏環境研究領域・主任研究員

研究者番号：00311324

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学、環境技術・環境材料

キーワード：セレン、ファイトレメディエーション、*Stanleya pinnata*、ハイパーアキュミレーター、植物ホルモン

## 1. 研究計画の概要

本申請における研究ではセレン耐性・高蓄積性の性質を付与した遺伝子組換え植物の開発を最終的な目的とする。具体的な内容は北米に自生しセレン耐性・高蓄積性を示す *Stanleya pinnata* (スタンレア・ピナータ) というアブラナ科の植物におけるセレン耐性・高蓄積性のメカニズムを解明しその成果をセレン耐性・高蓄積性植物の分子育種に応用する。この研究目標の達成のため、以下の研究を行う。

- (1) セレン耐性・高蓄積性スタンレア・ピナータとの比較対象となる植物種の同定
- (2) セレン耐性・高蓄積性の獲得に必要な因子の分子レベルでの特定
- (3) セレン耐性・高蓄積性の獲得に必要な因子の生理レベルでの特定
- (4) セレン耐性・高蓄積性の獲得に必要な因子（遺伝子）の他の植物への適用

## 2. 研究の進捗状況

(1) セレン高蓄積性スタンレア・ピナータとの比較対象となる植物材料の確立を行うため、セレンを高蓄積するコロラド州原産のスタンレア・ピナータ、セレン吸収性が調べられていないカリフォルニア州原産のスタンレア・ピナータ及びその近縁野生種である *Stanleya albescens* (スタンレア・アルベセンス) のセレン蓄積性について検証を行った。その結果、コロラド州原産のスタンレア・アルベセンスをセレン高蓄積性サンプルとして、スタンレア・アルベセンスをその対象として用いれば良いことが示された。

(2) スタンレア・ピナータにおけるセレン耐

性・高蓄積性の獲得に必要な因子を遺伝子レベルで特定するため、モデル植物であるシロイヌナズナの硫黄代謝・トランスポートに関与する遺伝子、植物の防御応答に関与する遺伝子及び植物ホルモンの合成に関与する遺伝子の cDNA を網羅的に載せたカスタムメイドマクロアレイを作製した。これを用いて、セレンの有無によるスタンレア・ピナータ及びスタンレア・アルベセンスの遺伝子発現解析を行った。その結果、スタンレア・ピナータにおいて植物の防御応答、硫黄代謝及び植物ホルモンの合成・応答に関与する遺伝子の発現が構成的に高いことが示された。

(3) (2)の研究結果によりスタンレア・ピナータにおけるセレン耐性・高蓄積性の獲得に植物ホルモンが関与している可能性が示唆された。そこで植物ホルモン生成について調べた結果、スタンレア・ピナータではセレンを投与しない条件下でジャスモン酸、メチルジャスモン酸及びサリチル酸の含有量が高いこと、またこれらの含有量はセレン投与により低下することを見出した。一方、スタンレア・アルベセンスにおいては、これらの植物ホルモン含量はセレン投与により増加（ジャスモン酸及びメチルジャスモン酸）、又は変化しない（サリチル酸）ことが明らかになった。また、エチレン生成量はスタンレア・ピナータにおいてセレン投与により増加したが、スタンレア・アルベセンスではこのような増加は見られなかった。これらのことからスタンレア・ピナータにおけるセレン耐性・高蓄積性の獲得に植物ホルモンが大きく関与していることが示唆された。

### 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

これまでの3年間の研究成果により、スタンレア・ピナータにおけるセレン耐性・高蓄積性の獲得に植物ホルモンが大きく関与していることを示すことが出来た。この成果は4カ年の研究計画である(1)～(4)のうち、(1)～(3)までの目標を順調に達成することにより得られたものである。また、本年度までに達成することができた成果は査読論文(5. [雑誌論文]の①)としてまとめることが出来た。

### 4. 今後の研究の推進方策

これまでの研究でスタンレア・ピナータにおけるセレン耐性・高蓄積性の獲得が植物ホルモンの構成的かつ高いレベルの産生によることを明らかにする事が出来た。しかしながら、3年目を終えた段階でスタンレア・ピナータからのセレン耐性・高蓄積性の原因となる遺伝子の同定には至っていない。したがって、1.の研究計画の(4)で提案しているスタンレア・ピナータのセレン耐性遺伝子を他の植物に導入する計画は最終年の研究だけでは困難な状況である。したがって最終年度の研究計画を以下のように変更する予定である。すなわち、セレンを蓄積しない植物(例えばスタンレア・アルベセンス)に植物ホルモン(ジャスモン酸、メチルジャスモン酸、エチレン及びサリチル酸)を投与することによりセレン耐性・蓄積性が増加するのかどうかについて検証を行う。また、セレンのハイパーアキュミレーターであるスタンレア・ピナータに植物ホルモンの合成、作用阻害剤を投与することによりセレン耐性・蓄積性が低下するのかどうかについて検証を行う。これにより3年間の研究により得られたセレン耐性・蓄積性に植物ホルモンが関与するのかどうかについて最終的な結論が得られ、セレン耐性植物の分子育種法を提示することが出来る。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計10件)

① Freeman J. L., Tamaoki M., Stushnoff C., Quinn C. F., Cappa J. J., Devonshire J., Fakra S. C., Marcus M. A., McGrath S. P., Van Hoewyk D., Pilon-Smits E. A. H., Molecular mechanisms of selenium tolerance and hyperaccumulation in *Stanleya pinnata*. *Plant Physiol.*, 153, 1630-1652, 2010, 査読有

② Van Hoewyk D., Takahashi H., Inoue E., Hess A., Tamaoki M., Pilon-Smits E. A. H.,

Transcriptome analysis gives insights into selenium-stress responses and selenium tolerance mechanisms in *Arabidopsis*. *Physiol. Plant.*, 132, 236-253, 2008, 査読有

③ Tamaoki M., Freeman, J. L., Marquès, L., Pilon-Smits, E. A. H., New insights into the roles of ethylene and jasmonic acid in the acquisition of selenium resistance in plants. *Plant Signal. Behav.*, 3, 865-867, 2008, 査読有

④ Tamaoki M., Freeman J. L., Pilon-Smits E. A. H., Cooperative ethylene and jasmonic acid signaling regulates selenite resistance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.*, 146, 1219-1230, 2008, 査読有

[学会発表] (計9件)

① 野田祐作, 玉置雅紀, 中嶋信美, 塚原啓太, シロイヌナズナを用いたQTL解析によるセレン耐性遺伝子の同定, 第52回日本植物生理学会年会, 2011

② 野田祐作, 玉置雅紀, 中嶋信美, シロイヌナズナ RIL を用いた QTL 解析によるセレン耐性遺伝子の同定, 第51回日本植物生理学会年会, 2010

③ Tamaoki M., Freeman J. L., Pilon-Smits E. A. H., Jasmonic acid and ethylene regulate selenite resistance in *Arabidopsis thaliana*, *Plant Neurobiology* 2008, 2008

④ Tamaoki M., Freeman J. L., Noda Y., Pilon-Smits E. A. H., Jasmonic acid and ethylene regulate selenite resistance in *Arabidopsis thaliana*, *International Phytotechnologies Conference* 2009, 2009

⑤ 玉置雅紀, Freeman J. L., Pilon-Smits E. A. H., 植物はジャスモン酸, エチレンシグナルの協調的な働きによりセレン耐性・高蓄積性を獲得する. 第49回日本植物生理学会年会, 2008