



PRESS RELEASE

長崎大学記者クラブ 御中

令和4年9月12日

長崎大学

岡山大学

植物の鉄蓄積調節を担う短鎖ペプチド FEP1 の機能を明らかに

◆発表のポイント

- ・ シロイヌナズナ短鎖ペプチド FEP1 の鉄恒常性維持での生理的機能を明らかにしました。
- ・ FEP1 は植物の組織間の物質輸送や分配で重要な役割を果たす維管束組織の鉄恒常性維持に関わります。
- ・ 研究が進むことで、作物の鉄吸収・蓄積能力の調節を通して食糧の鉄成分の担保・維持に貢献すると期待されます。

岡山大学資源植物科学研究所の平山隆志教授と馬建鋒教授、理化学研究所環境資源科学センターの持田恵一チームリーダー（長崎大学情報データ科学部 教授（クロスアポイントメント））らの共同研究グループは、植物の鉄欠乏応答で重要な役割を担う短鎖ペプチド FEP1/IMA3 の機能を明らかにしました。

本研究成果は、8月22日、英国の植物科学雑誌「*Plant Cell & Environment*」の Original Article として掲載されました。

生物にとって鉄はなくてはならないミネラルのひとつです。鉄は使いにくい不溶性の状態では土壌に多く含まれていますが、植物は独自の方法でこれを可溶化して取り込み利用しています。一方、鉄は多すぎると有害なので、鉄の取り込み、分配、維持は厳密に調節されていると考えられています。平山教授らは、2018年に、植物の鉄欠乏応答で重要な役割を担う短鎖ペプチド FEP1 を発見し報告しました。今回の研究では、この FEP1 が植物の物質の輸送・分配に関わる維管束組織の鉄の取り込みや分配で重要な役割を担っていることを、網羅的遺伝子発現解析や生理学的解析から明らかにしました。本研究成果は、作物の鉄吸収能力の向上を可能にし、さらにヒトの鉄摂取不足の解決につながると期待されます。

鉄を含め、ミネラルの分配の調節機構は組織ごとに異なるうえに、変異や遺伝子発現による2次的3次的な影響もあり非常に複雑で、データの解釈には大変苦労しました。研究に携わった研究者の技術と努力により、納得できる結論が導き出されたことは大変良かったと思います。FEP1 に関してはまだまだ解明しなくてはならないことが多いのですが、未知の部分に切り込む楽しさは格別です。



平山教授

PRESS RELEASE

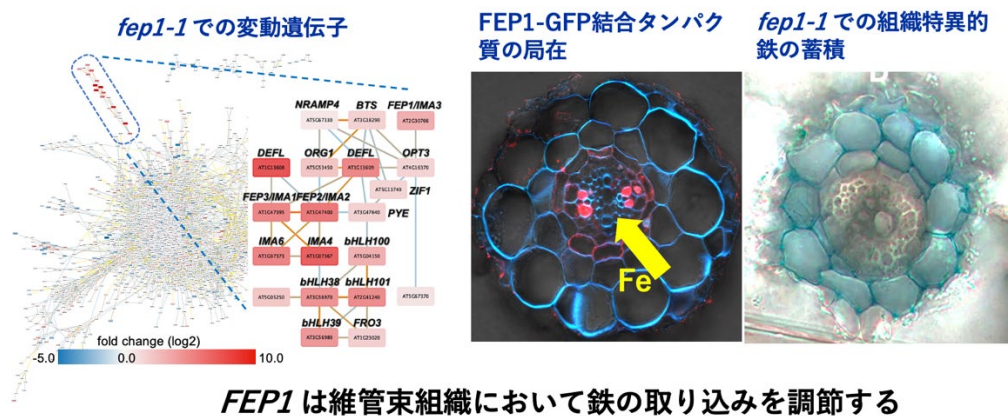
■発表内容

<現状>

鉄は、生物にとって必須のミネラルの一つです。土壤に多く含まれますが多くは生物にとって使いにくい不溶性の状態です。植物は、これを可溶化して根から吸収し地上部に輸送して利用しています。ヒトを含む動物は鉄の摂取を植物に依存しており、植物または作物の鉄の取り込みや分配機構の理解は、作物の生育だけでなくヒトの健康においても重要です。実際、植物が鉄を吸収しにくい土壤の地域では貧血が問題となっています。植物は、鉄が不足すると鉄の可溶化や吸収に関わる遺伝子の発現を高めます。その仕組みはこれまでの研究により理解が進んでいますが、植物個体全体の鉄の恒常性の仕組み、特に鉄を吸収する根と鉄を利用する葉などの組織間での鉄利用に関する情報交換については、まだ良くわかっていません。最近、50ほどのアミノ酸からなる FEP1 やその類似ペプチドが、植物の鉄欠乏応答で重要な役割を担っていることが明らかになりましたが、鉄の恒常性維持における役割は不明でした。

<研究成果の内容>

平山教授らの研究グループは、シロイヌナズナ *FEP1* 遺伝子欠損株 *fep1-1* などを対象に網羅的な遺伝子発現解析を行い、*FEP1* 機能の有無が影響する遺伝子を調査しました。その結果、*fep1-1* では鉄欠乏応答遺伝子群の一部の発現が上昇していることがわかりました(図、左)。これらは、水や物質の輸送に関わる維管束と呼ばれる組織で発現する遺伝子でした。*FEP1* 遺伝子もこの組織で発現しており(図、中央)、*FEP1* は維管束組織の鉄恒常性に関与していると考えられました。そこで、維管束組織の導管液の鉄の取り込み量を調べ、*fep1-1* では野生株に比べ低いことを明らかにしました。さらに、鉄が蓄積している組織を調べたところ *fep1-1* では根の維管束組織周辺で鉄の蓄積が認められ、維管束組織を含む中心部分への鉄の取り込みが滞っていることがわかりました(図、右)。以上の結果から、*FEP1* は維管束組織の鉄の恒常性に関わっていると結論付けられました。



<社会的な意義>

鉄は、植物の健全な育成に不可欠で、その多寡は作物の収量に大きく影響します。また、ヒトは必要な鉄のほとんどを植物に依存しており、植物の鉄恒常性はヒトの健康にとっても重要な課題です。本研究成果は、植物の鉄恒常性維持の理解と新たな研究を推進し、植物の鉄恒常性制御技術の開発に大きく貢献すると期待されます。



PRESS RELEASE

■論文情報

論文名 : FE UPTAKE INDUCING PEPTIDE1 maintains Fe translocation by controlling Fe deficiency response genes in the vascular tissue of Arabidopsis

掲載紙 : *Plant Cell & Environment*

著者 : Satoshi Okada, Gui Jie Lei, Naoki Yamaji, Sheng Huang, Jian Feng Ma, Keiichi Mochida, Takashi Hirayama

D O I : 10.1111/pce.14424

U R L : <https://doi.org/10.1111/pce.14424>

■研究資金

本研究は、「科学研究費助成事業」(挑戦的萌芽研究 19K22434、基盤研究 B 21H02509、特別推進研究 16H06296 基盤研究 S 21H05034)、「科学技術振興機構」(CREST JPMJCR1604)、「生物系特定産業技術研究支援センター」(ムーンショット JPJ009237) の支援を受けて実施しました。

■補足・用語説明

- ・ FEP/IMA ペプチド : FE UPTAKE INDUCING PEPTIDE/IRON MAN と呼ばれる 50 アミノ酸残基程度のペプチドで、植物は類似の配列を持つ複数の遺伝子を持つ。2018 年に鉄欠乏応答遺伝子群の発現に関与する因子として同定された。細胞外への分泌に必要な配列を持たず、細胞外に放出されるかどうかは不明。最近の研究では、鉄欠乏応答においてある特定のタンパク質と結合することで、遺伝子発現の調節に関わると推定されている。FEP1 は、そのうちのひとつ。
- ・ 維管束組織 : シダ植物以降に進化した植物に見られる組織で、水や代謝物などの組織間、特に根と葉の間の輸送に関わる通導組織 (導管、篩管など) を含む組織を指す。
- ・ 鉄イオン : 鉄は 2 価(Fe^{2+})と 3 価(Fe^{3+})のイオンの状態で存在していますが、 Fe^{3+} は不溶性でそのままでは生物は利用できません。土壤中に鉄は多く含まれていますが、ほとんどが Fe^{3+} です。植物は、根の周りを酸性化し表皮細胞にある還元酵素で Fe^{2+} に還元して取り込んだり、 Fe^{3+} と結合する化合物を分泌して可溶化し取り込んでいます。

<お問い合わせ>

岡山大学 資源植物科学研究所 教授 平山 隆志

(電話番号) 086-434-1213 (メール) hira-t@okayama-u.ac.jp

長崎大学 情報データ科学部 教授

理化学研究所環境資源科学研究センター チームリーダー 持田 恵一

長崎大学 : (メール) keiichi.mochida@nagasaki-u.ac.jp

理化学研究所 : (メール) keiichi.mochida@riken.jp (電話番号) 045-503-9111 (内線8262)

