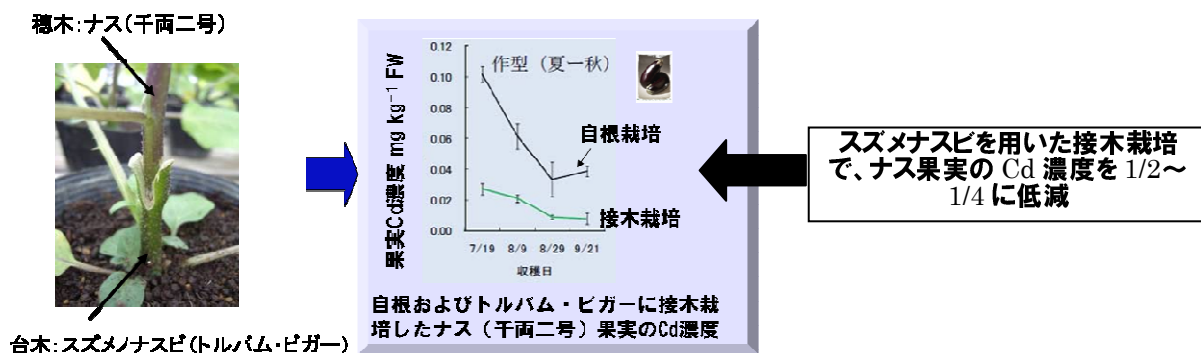


重金属低吸収作物の放射光分析—重金属吸収抑制メカニズムを探る—

農業環境技術研究所 土壤環境研究領域
山口 紀子

長期にわたるカドミウムの過剰摂取は腎機能障害の原因となりうることから、食品中のカドミウムは、優先的にリスク管理を実施する必要のある危害要因のひとつである。平均的な日本人では、食品からのカドミウム摂取量の約2分の1がコメ由来である。しかし2002年の農林水産省による全国調査より、ナスの約7%がカドミウムの国際基準値 0.05mg/kg を超過している実態が明らかとなり¹⁾、ナスについてもカドミウム吸収を抑制する技術の開発が必要になった。そしてナス果実のカドミウム濃度を低減するためには、ズメノナスビを台木とした接木栽培が有効であることが見出された^{2),3)}。



ではなぜ、ズメノナスビに接木をして栽培すると、ナスのカドミウム濃度を低減できるのだろうか。ナス、ズメノナスビの品種から千両二号、トルバム・ビガーについて、0.01 mg/Lのカドミウムを含む水耕液で7日間処理したときのカドミウム吸収量を図1に示す。根では、千両二号とトルバム・ビガーの間に大きなカドミウム濃度差はない。しかし茎葉の濃度は千両二号の方が約4倍高い。カドミウムは、根から導管液を介して茎葉に輸送されるが、導管液中のカドミウム濃度も千両二号の方が高い。トルバム・ビガーでは、根で吸収されたカドミウムが導管に至るまでの経路上で、カドミウムの輸送が制限されていると考えられる。

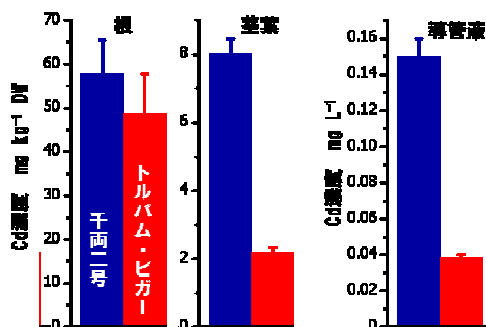


図1 千両二号、トルバム・ビガーにおける根、茎葉、導管液のカドミウム濃度 (CdCl₂0.01mg/L, 7日処理)

根における導管までの元素の輸送の模式図を図2に示す。根から吸収された元素は、細胞外(アポプラスト)または細胞内(シンプラスト)を通して輸送される。アポプラスト経路の輸送は、内皮に存在するカスパーライン(a)によってブロックされてしまうため、元素が導管まで到達するためにはまず、細胞内に取り込まれる必要がある。細胞内に取り込まれるためには、その元素に特異的な輸送体(b)が必要である。さら

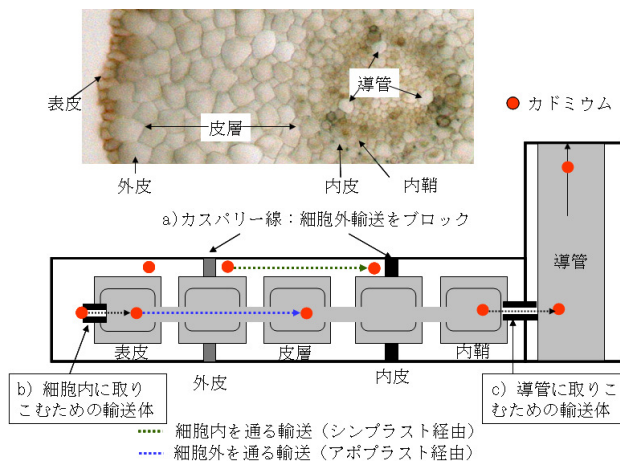


図2 根における元素の輸送

に内皮を通過し内鞘まで到達した後、導管に取り込まれるためにも、元素に特異的な輸送体(c)が必要である。通常植物は、カドミウムのような必要のない元素を輸送するための輸送体をもっていない。千両二号がカドミウムを導管まで輸送してしまうのは、輸送体がカドミウムを他の有用元素と誤認してしまうためであると考えられる。トルバム・ビガーはアポプラスト、細胞内への取り込みを制御する輸送体、導管への取り込みを制御する輸送体、のうちどこでカドミウムの輸送を制限できているのだろうか。輸送が制限されている部位ではカドミウムの輸送が停滞し、蓄積しているはずである。この蓄積部位を同定するために、放射光源蛍光 X 線分析 (SXRF) を応用した研究を紹介する。

ナス品種の千両二号、ナス台木品種のトルバム・ビガーを水耕装置で前培養後、水耕溶液に 0.1 mg/L となるように塩化カドミウム溶液を添加し、24 時間カドミウムを吸収させた。主根の先端 40~45 mm の部位を寒天ブロックで支え、マイクロスライサーにより 200 μm 厚横断切片を作成した。切片は液体窒素で冷却したアルミブロック上で直ちに凍結させ、凍結乾燥した。SPring-8 BL37XU において 30 keV の X 線マイクロビームを用い、根の切片試料の表皮から中心柱を含めた約 400 μm × 200 μm の領域について 3 μm のステップサイズで SXRF によるイメージングをおこない、根の横断切片におけるカドミウムの分布を測定した (課題番号: 2008A1087)。

根におけるカドミウムの分布を図 3 に示す。千両二号では、中心柱、特に導管付近にカドミウムが存在していた。一方、トルバム・ビガーでは内皮、内鞘にカドミウムが局在していた。トルバム・ビガーの根組織におけるこのようなカドミウムの局在は、細胞内にとりこまれずにアポプラスト経路で輸送されたカドミウムが内皮カスパーラインでブロックされること、輸送体が導管にカドミウムを送りこまないため、内鞘にカドミウムが停滞することによると考えられた。

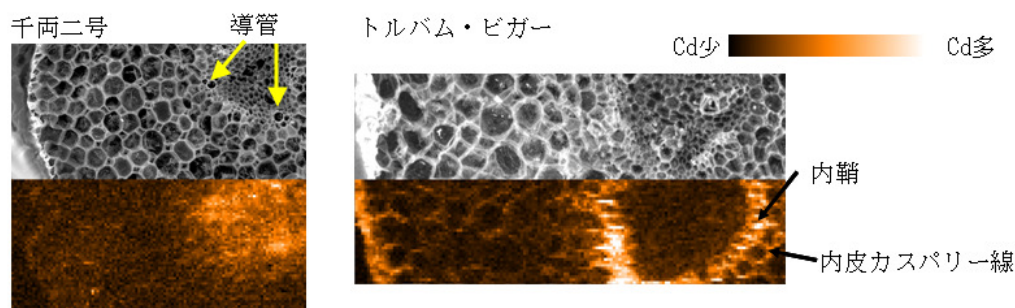


図 3 根の横断切片におけるカドミウムの分布

以上より、トルバム・ビガーはカドミウムを有用元素とは誤認せず、導管に取り込む前に排除することができることが示された。トルバム・ビガーの根の機能を利用することにより、ナス果実のカドミウム濃度の低減が可能であったといえる。放射光分析から、台木を用いたカドミウム吸収抑制技術の根拠を示すことができた。

引用文献:

- 1) 農林水産省 HP <http://www.maff.go.jp/cd/PDF/C12.pdf>
- 2) 竹田ら (2007) 日本土壤肥科学雑誌, 78, p581
- 3) Arao *et al.* (2008) Soil Sci. Plant Nutr. 54, p555

共同研究者: 森伸介¹・馬場浩司¹・箭田佐依子^{1,2}・荒尾知人¹・保倉明子³・北島信行⁴・寺田靖子⁵
¹農環研、²現農研機構、³東京電機大、⁴(株)フジタ、⁵JASRI

*本研究は、生研センター新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業「食の安全を目指した作物のカドミウム低減の分子機構解明」による成果である。