利用技術

植物細胞内でのセシウム分布状態の可視化





有賀 克彦

小松 広和 Komatsu Hirokazu

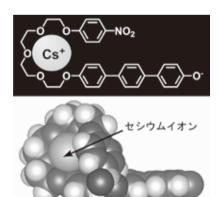
Ariga KatsuhikoKomatsu Hir((独)物質・材料研究機構 WPI 国際ナノアーキテクトニクス研究拠点)

1 はじめに**:**見えない敵と対峙する

東日本大震災によって環境中に大量の放射性 物質が放出されたが、特にセシウム 137 (137Cs) は、半減期が30年程度であり、今後数十年~ 数百年にわたって環境に影響を与え続ける。セ シウム汚染の問題は、社会的にも大きく取り上 げられ人々の不安を招いた。その不安要因の1 つは、その存在が見えないことにもある。ガイ ガーカウンターなどによって放射線の存在はわ かる。しかし、その源の物質はどこに潜んでい るのか? 我々は見えない恐怖と対峙している のである。非常に感度の高いガイガーカウン ター、シンチレーションカウンター、ガンマカ メラなどの放射線を検知する方法は存在する が、空間分解能に関してはさほど高くなく位置 特定能力に乏しい欠点がある。一方, 生物, 医 学分野で用いられている蛍光法は、分解能がマ イクロメートル以下であり、高速、簡便、高感 度な測定法であることから、生物内の細胞や細 胞小器官中での特定物質の可視化・同定に優れ ている。本稿では、最近筆者らが開発した植物 細胞内でのセシウムの存在を可視化する技術に ついて紹介する。

2 植物細胞内でのセシウムの可視化

筆者らは、炭酸セシウム固体にメタノール溶液を塗布することで蛍光を検出できるセシウム検出蛍光プローブ "セシウムグリーン"を開発しており、これまで土壌にあるミリメートルレベルの炭酸セシウム粒子を検出することに成功している。図1にあるセシウムグリーンは、セシウムイオンを認識するオリゴエチレングリコール鎖の両端に、発光部位であるターフェニル基とその複合体構造を安定化するニトロベンゼン基が付いた構造になっている。セシウムイ



セシウムグリーン

図1 蛍光プローブ "セシウムグリーン" によるセシウムイオンの捕捉 (上:構造式,下:分子モデル)

オンにエチレングリコール鎖がカチオンに 巻き付くように相互作用し、その鎖の長さ とカチオンの大きさがちょうど良い関係に なるときに複合体の効率良い形成がなされ、特徴的な緑青色の発光が得られる。ナ トリウムイオンやカリウムイオンなどのほ かの競合イオンの場合には弱い青色蛍光が 得られるだけであり、セシウムをこれらの ものから区別して可視化できる。

次に、筆者らは(独)理化学研究所と共同 で、植物細胞内でのセシウムの分布状態に ついてセシウムグリーンを用いて検討し た。モデル植物として、シロイヌナズナ (Arabidopsis) を用い, この種子を 0.5 mM の炭 酸セシウムが入った培地に配し,9日間生長さ せた。成長した植物の子葉を凍結乾燥し、セシ ウムグリーンを溶かしたメタノール溶液を滴下 して、 蛍光像を蛍光顕微鏡で子葉中のセシウム の分布を観測した。図2にあるように、蛍光顕 微鏡による直接観察では、子葉の細胞の中に丸 く局在した緑色の蛍光が認められた。つまり, これは植物の細胞内の液胞にセシウムが局在し ている可能性を示している。セシウムが濃縮さ れている部分は植物細胞の液胞と予想される。 これは、液胞が植物細胞内で不要物を溜め込む 働きがあることからも納得できる。このよう に、筆者らの開発した蛍光プローブであるセシ ウムグリーンを用いれば、セシウムの分布を細 胞レベルで可視化できる。

3 おわりに: どんなところに使えるか?

本研究では、高い空間分解能を持つセシウム 蛍光プローブを用いることで、植物細胞内のセシウム分布をマイクロメートルレベルで検出す ることに成功した。本研究では、放射線を検出 するのではなく、セシウムをほかの元素から区 別する手法をとっている。したがって、放射性

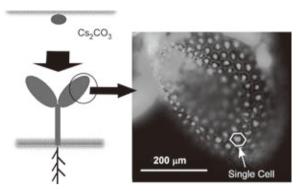


図2 セシウムグリーンによる植物内でのセシウムの イメージング

物質を使うことなくどこでも誰でもセシウム汚染の様子を調べたり、除染のための方策を検証できる手法になる。このように、細胞レベルでの高分解能を達成することにより、開発途上の植物を用いた除染法(ファイトレメディエーション)におけるセシウムの蓄積原理、蓄積効率についての指針を得ることができる。例えば、どのような植物にセシウムが濃縮されやすいか解明できると期待できる。

本手法は、山林など土壌剥離が困難な場所でも適用が可能で、汚染植物の検出に基づき植物体を乾燥・焼却することにより、コストや環境負荷をあまり掛けずに廃棄物量を軽減することにつながるかもしれない。農業復興の一助として活用されることも期待される。

参考文献

- Mori, T., Akamatsu, M., Okamoto, K., Sumita, M., Tateyama, Y., Sakai, H., Hill, J.P., Abe, M., and Ariga, K., Sci. Technol. Adv. Mater., 14, 015002 (2013)
- Akamatsu, M., Komatsu, H., Mori, T., Adams, E., Shin, R., Sakai, H., Abe, M., Hill, J.P., and Ariga, K., ACS Appl. Mater. Interfaces, 6, 8208–8211 (2014)