

# 植物への放射性セシウム吸収をミクロな視点で可視化する質量顕微鏡 (概要編)

坂本 哲夫 先進工学部 応用物理学科

キーワード: セシウム、微小領域イメージング、植物への吸収、凍結切片

## 概要 <本技術の要素>

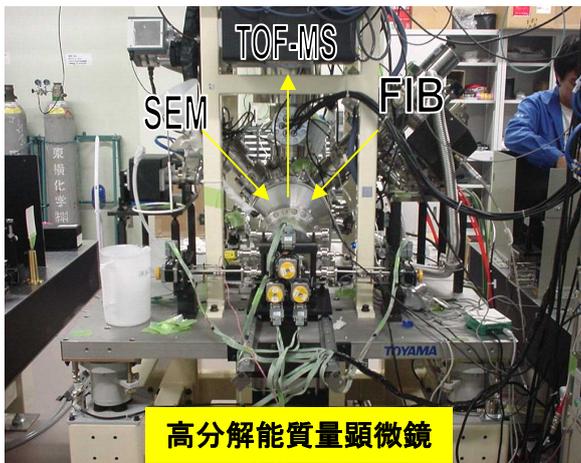
- (1) 植物の凍結切片の作製方法
- (2) 凍結切片のセシウム分布を可視化する質量顕微鏡

- 放射性セシウムは山間部に蓄積され、樹木草類と土壌との間で移動を繰り返しながら、水系や大気を通じて平野部にも移行している。
- 土壌から農作物へのセシウムの移行も懸念される。これまではラジオグラフィ等が用いられてきたが、細胞レベルの解像度は有していない。加えて、核種の判別はできない。
- 凍結切片質量顕微鏡では、植物を含水状態のまま凍結切片化し、高分解能質量顕微鏡でイメージングできるため、セシウム吸収のメカニズム解析や可食部への移行の詳細が明らかになる技術である。



## アピールポイント

- 含水状態でのセシウムの分布分析が可能。植物内でのセシウムの挙動を可視化。
- 分解能は40ナノメートルと高く、従来法よりも2桁以上優れている。これにより、微小器官や細胞ごとにイメージングが可能。
- 植物は水分が多く、茎や葉などの切片を切り出すことが困難であったが、液体窒素中で植物を急速凍結させ、そのまま切片を切り出す装置を開発した。



## 利用・用途 応用分野

- 農作物可食部へのセシウム移行の判断。またはそれを防ぐための技術開発。
- バイオレメディエーションなどの土壌改質技術向上への貢献。
- 除染効果の「目に見える形での」効果の検証が住民の安心に繋がる。

## 関連情報

- 知的財産権 = 質量分析装置および質量分析法(特願2014-149023)  
集束イオンビームを用いる微細部位解析装置(特許4785193)
- 関連論文 = 大石乾詞、川上 勇、奥村 丈夫、坂本 哲夫、"簡易型凍結試料導入法を用いた含水試料のSIMS分析"、分析化学、vol63, pp391-397, 2014.  
K. Kanenari, M. Morita and, Tetsuo Sakamoto, "Development of a Simple System for the Analysis of Water-Containing Biological Samples by TOF-SIMS", e-Journal of Surf. Sci. and Nanotech., vol.14, pp.131-135, 2016.
- 関連 URL = <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wvc1045/> (物質計測制御研究室)



# 植物への放射性セシウム吸収をミクロな視点で可視化する質量顕微鏡 (原理・応用編)

坂本 哲夫 先進工学部 応用物理学科

## 植物の凍結切片切り出し方法

- 凍結させてから茎・葉等の切片を切り出すため、試料ホルダに予め植物をマウントし、液体窒素槽内でブレードによる切断を行うことができる装置を作った(図1)。
- 植物は水分が多いため、同じブレードを用いても、手動で行うと構造(図2左)が破壊されてしまう(図2中央)のに対し、製作した切断装置ではブレードのブレを無くすことで構造を維持したままの切断面が得られた(図2右)。

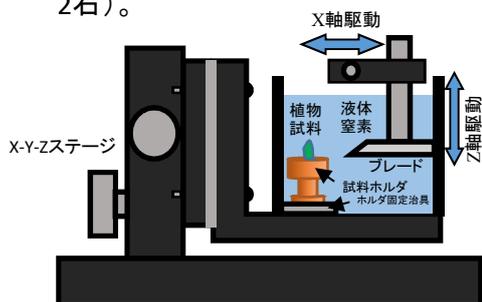
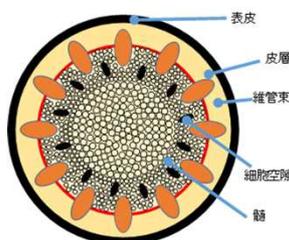
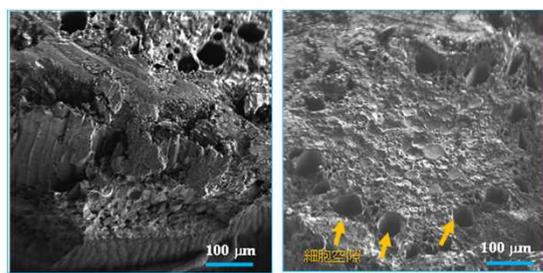


図1: 植物の凍結切断装置



植物の茎断面の一般的な構造



手で持ったナイフによる凍結断面

新規凍結切断装置による断面

図2: 植物の凍結切断面のSEM像(従来法との比較)

## 凍結切片のイメージング装置への導入

- 凍結後、大気に触れると霜がつくため、霜が付かず、真空であるイメージング装置内に搬入する手順・道具を開発した。これにより、後から余分な水分が付く、本来の分布が変化することを防ぐことができる。(図3)

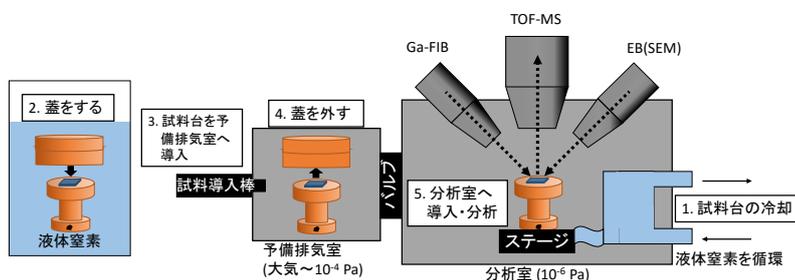


図3: 凍結状態を維持したままのイメージング装置への導入

## 根から吸い上げたセシウムの茎内分布イメージング

- 応用例として、自然界にもよく見られるガガイモをモデル植物として、炭酸セシウムを溶解させた水耕栽培を行い、茎の横断面について成分イメージングを行った(図4)。

- 図4は同じ視野の各成分を同時にイメージングした結果である。カリウムは根から吸い上げられるとともに、もともと植物体には多く含まれる。

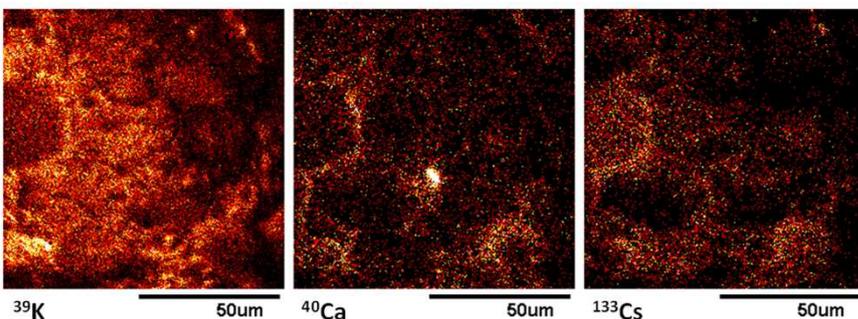


図4: 凍結した茎(ガガイモを5 mMで水耕栽培)の成分像

カルシウムは水分が通る環状構造の壁面の主成分である。根から吸い上げられたセシウムは環状構造の中にカルシウムと同様に存在していた。これは同じアルカリ金属であるカリウムと性質が似ているためと思われる。このように、微小視野でのセシウムの挙動を含水状態でイメージングできる顕微鏡は、除染、バイオレメディエーション、環境動態など、様々な分野での応用が期待できる。