

6 放射光 (SPring-8) の農業利用 (元素マッピング)

ねらいと成果

播磨科学公園都市に建設された放射光施設 (SPring-8) は、その放射光の波長選択性、指向性等の優れた特性を有し、理工学分野のみならず、医学、生物学等の幅広い分野での応用が期待されている。また、姫路工業大学理学部で開発が進められている硬X線顕微鏡を用いることにより、動植物細胞の生体情報を非破壊で得られる可能性がある。そこで、硬X線顕微鏡を中心にして、農学分野で利用可能かどうかを調査した結果、非破壊で植物元素情報を得ることができた。

内容

病原菌が植物に感染した場合に生ずる誘導抵抗性現象、つまり、どのような植物においても病原菌が侵入した場合、その病原菌の侵入や増殖を抑えようとする現象が生じる。この現象を引き起こすには、いろいろな元素が関与しているといわれている。兵庫県ビームライン BL24XUにおいて、イネいもち病感染葉およびイチゴうどんこ病感染葉の放射光を用いた非破壊元素マッピングを行った。イネ葉は、病斑形成10日後の病斑を用い、イチゴ葉では、場内ハウスで栽培されている比較的病斑の新しい葉を採取して用いた。それぞれの試料を、生体のまま直接サンプルステージに張り付けて放射光を照射した。光の利用エネルギーは10keVを用いた。サンプルステージ前方に検出器を設置し、2次蛍光X線を計測した。サンプルの蛍光X線シグナルを解析後、検出可能な元素を決定した。

これらの元素を解像度 $2\mu\text{m}$ 、走査幅縦横 $225\mu\text{m}$ 、走査時間0.4sで蛍光X線データをテキストデ

ータとして取り込み、イメージングソフト (NHI イメージ) で画像化を行った。また、PINフォトデジタイザーを用いて透過したX線を画像化した。

2次蛍光X線のエネルギーが1.7keV以下になると、空気中での散乱・吸収が強く起こるために、検出不可能であり、エネルギー量がSi以下の元素は、測定できなかった。各サンプルの蛍光X線分析スペクトルを調べた結果、イネ葉ではCa、Mn、Fe、イチゴ葉ではCaの蛍光X線強度が強く、これらについて元素マッピングが可能と考えた。イネ健全葉では、Ca及びMnは葉脈に沿って周辺細胞に分布し、Feは弱い強度の差があったが一様に分布が観察された。一方、罹病葉では、Mn、Feの局所的な集積が確認され、Caにおいても強度差が認められた。イチゴ健全葉では、Caは細胞壁周辺に均一に分布し、罹病葉では感染部位から強いシグナルが確認され、局所的に集積していることが観察された。

以上の結果、植物の病患部において特定元素の集積現象が確認され、また、サンプルをX線顕微鏡のステージにのせるだけで、非破壊で元素マッピングが可能であることを実証した。

今後の方針

非破壊元素マッピングは、病患部の観察にとどまらず、植物の生理的現象をとらえる研究の大きな武器となる。また、X線顕微鏡は、同時に蛍光X線分析、透過画像、暗視野画像が得られる。また、今後、開発予定の偏光板を用いた位相差型X線顕微鏡により、より細かい細胞画像が得られるものと考えられる。

相野 公孝 (中央農技・環境部)

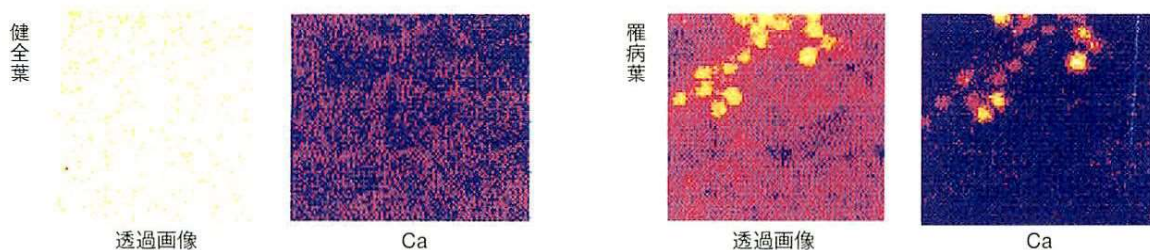


図 イチゴうどんこ病感染葉の蛍光X線分析データのイメージング (縦横 $225\mu\text{m}$)