

学 位 論 文 要 旨

氏 名 山下 泰史

題 目 イオン液体を用いた生物試料形態のSEM観察とSEMの学校教育への適用の検討

学位論文要旨（和文2,000字又は英文1,000語程度）

今日、走査型電子顕微鏡(SEM)は、生産技術や医学・生物学分野の研究において欠くことのできない機器として広く普及しており、さらに教育目的として生物の多様性を学習する教材としてSEMは多岐にわたって用いられている。しかしながら、学校現場では教師や生徒が実際にSEMを扱うことは少なく、民間企業や国立研究所による出前授業の事例がほとんどである。そのため、授業等で生徒自らが最先端技術の開発環境で扱われているSEMを用いて観察の面白さや難しさに触れる機会が少ないのが現状である。

近年、文部科学省による平成28年版科学技術白書にも述べているように、ノーベル賞受賞を生み出した背景の受賞者の多くが、学校生活や先達の日本人受賞者からの影響により、小さいころから科学に興味を持っていることが挙げられている。そのため、創造性を育む教育や理数学習の機会等を通じて次代を担う人材の能力・才能の伸長を促すとともに、理数好きの児童生徒の拡大を図ることが重要であるとしている。さらに、平成28年度からの第5期科学技術基本計画でも、科学技術イノベーションの基盤的な力の強化において、人材力の強化、知の基盤の強化が謳われている。例えば、技術・情報教育における学びの構成の一つとして、技術に関する科学的な理解が挙げられる。そのため理科と技術の教科横断的な学習が望ましいことが報告されている。これらの学習において、科学的な見方や考え方の育成を図る上で観察や実験は、極めて重要な活動である。そこで、観察実験に関する基本的な内容が学べ、試料作製から観察までの一連の手順がSEMを用いて学べる。

近頃、イオン液体を用いた前処理によって様々な試料のSEM観察が幅広く行われている。教育への適応に関しては、高校理科や中学校技術などの教科書に生物細胞のSEM画像が掲載されており、これらの画像を用いることで、木が成長してきたことを一つの年輪を生徒にイメージさせるために有効であることがウェブ教材で挙げられている。さらに、プランクトンを試料とした適応例もあり、先端自然科学の理解を深めることを目的としている。

しかしながら、生物試料をSEMで観察する際に前処理を行うための特別な装置や薬品が必要となり、大変時間や手間が掛かってしまう。そのため、生徒を対象とした実践授業では、生物の前処理から観察までの過程を授業で行うことはなく、予め前処理した生物試料を用意し、生物を見るだけの受動的な授業になってしまう。

最近、新しい前処理方法として、RTILs (room-temperature ionic liquids)が生物試料のSEM観察を容易にすることが報告されている。そのため、教育利用において、単に生物の生態を観察するだけでなく、前処理から観察までの過程を授業内で行うことが可能になるため、必然的にSEMの原理・構造が体系的に学べる。

我々は、イオン液体を用いた前処理の観察領域を広げるために、動物性プランクトン以外の生物試料である木材への適応を試みた。木材の木質細胞のSEM観察は、樹種同定において重要であり、考古材などの出土木材の微細構造を観察する上で欠かすことのできない技術である。さらに、考古学的文化財の出土木材を扱う際には、数百～数千もの莫大数の試料を前処理する場合があります。非常に手間と時間が要するため、容易に処理できることが望まれる。一方で、イオン液体は、セルロースなどの植物繊維を効果的に崩壊させるために開発されたので、その木材などへの適用は、バイオマス資源の変換技術にほとんど制限されていた。さらに、イオン液体を用いた処理が木材の微細構造の破壊や変形を引き起こすことが報告されていた。

また、中学校技術または工業技術基礎科目の内容に加工技術が設けられている。その加工技術の工具の一つにかんながあり、木材の表面を削って平滑にする役割がある。かんなを構成する部品の中に、木材の切削に直接関わる刃先を有するかんな身がある。しかし、どのように鋭利なかんな身刃先でも、木材の切削を続ければ次第に刃先が摩耗して、切れ味が低下する。そのため、木材切削工具の刃先の摩耗機構について様々な研究が行われてきた。これまでの刃物切れ味試験器の方式では、寸法の微少な糸など点接触に近い刃先の切れ味を評価しており、任意の刃先線長さあたりの刃先の切れ味を評価していない。また、市販の切れ味試験器は高価であり、安全性の観点から、学校教育における学習場面での利用を念頭において開発されていないので、授業実践への導入が難しいことが課題であった。中学校技術または工業高等学校の教師が安全かつ簡便にかんな身刃先の切れ味を評価できるために、実習用の廃材を用いた教育用滑走式切れ味試験器が開発された。

本研究では、開発された試験器を用いた進入痕深さの定量評価の結果とSEMを用いた刃先の表面状態との相関性について比較・検討して、試験器を用いた刃先の切れ味評価の妥当性を検証した。授業実践での試験器の活用を想定して、新品のかんな身を使用する前に研磨する効果や、学習者が刃先を研磨する場合における注意点について検討した。