

## 審査結果の要旨

論文題目 「Study on colorimetric indicator based in methylene blue-dyed water-soluble polymer films for the detection of hydroxyl radicals」

(メチレンブルー含有水溶性高分子フィルムを用いたヒドロキシラジカル  
検知用色素インジケータに関する研究)

学位申請者 YENCHIT SARANYA

本論文は、非常に強い酸化力を有している活性酸素種 (Active Oxygen Species: 以下 AOS) を様々な産業に利用する際に、その照射量 (表面作用量) を推定するインジケータに関するものである。プラズマにより発生させた AOS は高分子材料の表面改質などに広く利用されている。一方で、紫外線 (主に波長 254 nm と 185 nm) を放射する低圧水銀ランプにより酸素を励起して発生させた AOS を用いて、医療現場で使用されている不織布内で微生物の殺菌・滅菌や高分子材料の表面改質などが可能であることが既に報告されている。本論文では不織布内での AOS の作用機構 (化学反応) と作用濃度を計測する手法を提案している。

研究の目的: 本論文では紫外～可視光領域の光はほとんど透過しないがガスのみ透過するという特性を有する不織布を用いて、不織布内で寿命の短い活性酸素、とりわけ酸化力の最も強いとされているヒドロキシラジカル ( $\text{OH}^*$ ) がどのような機構で生成するのかを明らかにするとともに、 $\text{OH}^*$  のみに反応する色素インジケータを工業的に応用することを目的として検討をすすめている。具体的には造膜形成能に優れた水溶性の天然多糖類であるアルギン酸ナトリウムやプルランを用いて塩基性色素であるメチレンブルー (MB) と薄膜を形成することで特定の AOS を検出する薄膜インジケータについて検討した。

第 1 章では緒言として、AOS を用いた滅菌技術を紹介し、活性酸素種の定義と生成メカニズム、AOS を用いた滅菌プロセスについて述べており、申請者がこの分野で十分な知識と経験を有していると判断できる。

第 2 章では不織布内で寿命の短い  $\text{OH}^*$  がどのような機構で生成するのかを明らかにするために、電子スピン共鳴 (ESR) 法を用いて検討している。AOS の中でも寿命の比較的長いオゾン ( $\text{O}_3$ ) と水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) が不織布を透過し、反応することにより不織布内で  $\text{OH}^*$  が生成する反応モデルを提案しており、学術的にも有益な知見を与えている。

第3章では、これまで MB とナフィオンの混合薄膜により AOS の中でも OH\*を検知できることは先行技術として報告されているが、OH\*検知用インジケータとして工業的に応用するには均一性が問題になっていた。いくつかのポリマーを用いて検討を行ったところ、造膜性を有する水溶性ポリマーのプルランやアルギン酸ナトリウムが均一な活性酸素種インジケータ薄膜として使用できることを見出している。均一な薄膜にすることは OH\*の照射量を定量化する上で必要であり、産業へ応用する上で重要な技術であるといえる。また、MB とプルランの間には弱い相互作用が確認され、MB の分子はプルランによって覆われて保護されることで OH\*以外の AOS は MB を分解できないものと推定され、OH\*の特異的な反応機構を明らかにすることは学術的にも価値があるものと判断される。

第4章では造膜性をもつ水溶性ポリマーであるアルギン酸ナトリウムに MB を混合した薄膜を使用して OH\*検知特性を調べ、OH\*以外の AOS に対する MB の安定化機構について検討している。とくに MB とアルギン酸ナトリウムがイオン結合を形成しており、この結合が AOS に対する安定性に寄与している可能性があるとしており、学術的にも有益な知見を与えている。

第5章では各章の結果についてまとめ、本論文の結言が簡潔にまとめられている。

本論文は不織布を用いて、不織布内で寿命の短い OH\*がどのような機構で生成するかを明らかにするとともに、空間中で OH\*のみ検知する色素インジケータを工業的に応用する可能性を示せた点で学術的にも工業的にも意義のある研究であると考えられる。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 YENCHIT SARANYA 氏は東海大学 博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

#### 論文審査委員

主査	Ph. D	槌谷 和義	工学部教授（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	岩森 暁	工学部教授（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	薬学博士	蟹江 治	工学部教授（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	岡村 陽介	工学部教授（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	木村 啓志	工学部准教授（総合理工学研究科総合理工学専攻）