

審 査 結 果 の 要 旨

論文題目「光触媒反応による微小粒子状物質（PM_{2.5}）の無害化に関する研究」

学位申請者 三澤 和洋

本論文は、空気中に浮遊する微小粒子状物質(Particulate Matter 2.5, PM_{2.5})を光触媒反応により分解して無害化する方法に関するものである。PM_{2.5}の主たる構成成分は、有機炭素 (Organic carbon, OC)や元素状炭素(Elemental Carbon, EC)などの炭素成分、水溶性塩類、金属酸化物などである。ヒトの健康に関わる主な毒性成分はOCやECと考えられており、特にOCに分類されるキノン類等は活性酸素 (Reactive Oxygen Species, ROS) を生成し、全身または局所に酸化ストレスを与えると考えられている。PM_{2.5}に起因する健康リスクを低減するには即効性のある対策技術も必要であり、マスクや空気清浄機などのろ過技術に対する需要が高まっている。ただし、このようなろ過技術は、PM_{2.5}をフィルター表面に捕捉して濃縮するのみであり、フィルター上に濃縮されたPM_{2.5}の再飛散や接触による曝露リスクが存在する。そこで学位申請者は、光触媒反応に着目し、PM_{2.5}に含まれる炭素成分を分解して無害化する技術の確立を目指した。まず、PM_{2.5}のろ過材である石英繊維製フィルターに酸化チタン (TiO₂) を担持し、ハイボリュームエアサンプラーに装着して空気中PM_{2.5}をろ過捕集した。捕集したPM_{2.5}試料に紫外線 (中心波長365nm) を1.1 mW/cm²で照射したところ、PM_{2.5}の重量は経時的に減少し、また二酸化炭素の生成を認めた。さらにPM_{2.5}中のOCおよびECを分析したところ、紫外線を照射したTiO₂担持フィルターは全炭素量の約92%を占めるOC1、OC2、OC3、OC4およびEC1の各フラクションに対して有意な活性を示し、炭素成分を分解できることを明らかにした。次に、PM_{2.5}のROS産生能をジチオトレイトールアッセイにより評価し、光触媒反応による低減効果を調べた。その結果、TiO₂担持フィルターに採取したPM_{2.5}試料のROS産生能は、紫外線照射後に有意に減少することを認めた。本論文では、均一系光触媒反応の利用によりPM_{2.5}に含まれる炭素成分が分解でき、ROS産生能に基づく有害性の低減が可能であることを明らかにし、さらに反応機構および中間生成物などに関しても詳細に検討しており、その学術的価値が認められた。PM_{2.5}による大気汚染が世界的に問題となっている現在、本論文で開発された基礎技術の実用化が期待される。

本論文について公開公聴会および学力確認を実施した。審査委員、地球環境科学研究科教員、東海大学研究員から、PM_{2.5}の分解生成物としての二酸化炭素の環境影響、光半導体の励起に用いた紫外線の波長と強度、ROS産生能の低減効果の妥当性、分解時間をより短縮するための方策、中間生成物の確認方法、TiO₂担持量と分解能力の関係などについて質問がなされた。申請者は、これらについて適切かつ詳細に回答し、この論文が持つ価値を明らかにした。

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、申請者三澤和洋は東海大学博士 (理学) 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	理学博士	齋藤 寛	海洋学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	水産学博士	小玉 修嗣	理学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	博士 (工学)	虎谷 充浩	工学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	博士 (理学)	関根 嘉香	理学部教授	(地球環境科学研究科地球環境科学専攻)
委員	博士 (薬学)	佐藤 博	長崎国際大学薬学部教授	