

審査結果の要旨

論文題目「光触媒反応による大気中粒子態多環芳香族炭化水素の無害化に関する研究」

学位申請者 蘓原 滉稀

本論文は、大気中に浮遊する粒子態多環芳香族炭化水素およびその酸化誘導体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。微小粒子状物質 (PM_{2.5}) による大気汚染は、先進国・開発途上国を問わず公衆衛生学上の大きな課題となっている。PM_{2.5} の主たる構成成分は、有機炭素、元素炭素、水溶性塩類、金属酸化物などであり、特に有機炭素の成分である多環芳香族炭化水素 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) およびその酸化誘導体である PAH キノン類は、ヒトに対する健康影響に強く関与す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、PM_{2.5} に含まれる PAHs および PAH キノン類を光触媒反応により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、ハイボリュウムエアサンプラーに装着して 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 365 nm) を 1.1 mW/cm² で照射したところ、PM_{2.5} に含まれる PAHs の量は有意に減少することを認めた。さらに、PM_{2.5} を構成する水溶性塩類を水洗除去したところ、PAHs の減少速度が有意に増加し、PM_{2.5} 粒子の内部構造が光触媒反応に関連することを見出した。一方、PAH キノン類は PM_{2.5} の吸入摂取に伴い体内に侵入すると、細胞内で過剰な活性酸素を生成し、酸化ストレスを惹起すると考えられている。そこで、学位申請者は活性酸素種の中で最も活性の高い OH ラジカルに着目し、PM_{2.5} 試料が有する OH ラジカル産生能の評価法としてテレフタル酸二ナトリウムアッセイにフローインジェクション分析を組み合わせた簡易迅速評価系を構築した。本法を用いて TiO₂ 担持石英繊維フィルター上に捕集した PM_{2.5} 試料の紫外線照射前後の有害性を評価した結果、OH ラジカル産生能は 60% 以上低下し、光触媒反応の有効性を確認した。本論文は、光触媒反応により粒子態大気汚染物質の分解を試みた独創的な研究であり、さらに OH ラジカル産生能に対する低減効果を初めて実証したものであり、その学術的価値が認められる。今後、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。地球環境科学研究科教員から、PM_{2.5} 試料間で OH ラジカル生成速度に相違が生じる原因、PAHs が帰属する炭素画分、光触媒反応による PAHs の分解生成物などについて質問がなされた。申請者は、これらに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、申請者蘓原滉稀は東海大学博士 (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	建築都市学部教授	地球環境科学研究科地球環境科学専攻
委員	博士 (理学)	北林 照幸	理学部教授	総合理工学研究科総合理工学専攻
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