九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ラマン分光法によるにおい成分収着挙動の可視化解析に関する研究

久保田，啓之

https://hdl.handle.net/2324/4475197

出版情報：九州大学，2020，博士（農学），課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

（様式６－２）

氏　　名	久保田　啓之
論　文　名	ラマン分光法によるにおい成分収着挙動の可視化解析に関する研究
論文調査委員	主　査　　九州大学　　教授　　松井　利郎 副　査　　九州大学　　教授　　井倉　則之 副　査　　九州大学　　准教授　本城　賢一

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

本論文は、共焦点顕微ラマン分光（CRM）法を用いて、におい成分の高分子素材への収着（すなわち、吸着・溶解・拡散）による分布の違いを可視化し、解析したものである。蛍光分光法や質量分析法などの可視化法では、蛍光性がなく、揮発性の高いにおい成分を検出することは困難であるため、本研究では常温・常圧下で測定ができ、かつ数 μm オーダーの分解能を示す CRM 法を新たな非破壊分析法として提案している。

まず、高分子素材に収着した低分子化合物を選択的に検出可能なラマン散乱光のバンドシフトを得るため､重水素置換による結合振動の重み変化に着目した重水素化 CRM 法の構築を試みている。プロピレングリコール（PG）を収着させた酢酸セルロース（CA）フィルムを CRM 測定したところ（励起光波長 532 nm)､軽水素体である PG ではいずれのラマンバンドも CA 由来と重複したのに対して、重水素化 PG（PG-*d*6）では C-H 伸縮振動由来のラマンバンドが低波数シフトし、CA ラマンスペクトルのサイレント領域に PG-*d*6 に特徴的なラマンバンド（2123 cm^{-1}：C-D 伸縮振動）が出現することを明らかにしている。また、低分子化合物として PG-*d*6 および *l*-Menthol を共収着させた CA フィルムについて CRM 測定したところ、PG-*d*6 由来バンド（2123 cm^{-1}）および *l*-Menthol 由来バンド（550 cm^{-1}：シクロヘキサン環の変形振動）を用いることにより、複数成分の収着挙動を一斉に解析できることを明らかにしている。

次いで、におい成分の CA フィルム内部での拡散挙動を非破壊で把握するために、レーザー光焦点の移動（ステップサイズ：1 μm）による深さプロファイリング CRM 法の適用を試みている。フィルム深さに対してにおい成分と CA フィルムのラマンバンド（1739 cm^{-1}：C=O 由来の伸縮振動）強度の比をプロットすることにより、におい成分が CA フィルム内において Fick の第 2 法則に従って拡散していることを突き止めている。また、CA フィルム内での拡散の程度はにおい成分の分子体積と溶解度パラメーターに依存していることを明らかにしている。さらに、温度依存的に PG-*d6* の拡散係数は高値を示し、Arrhenius 式に則ったことから、におい成分の拡散は Fick 則に従う熱運動支配的な過程であることを明らかにしている。

以上要するに、本研究はにおい成分の収着現象をそのまま評価可能な重水素化ラマン分光分析法を新たに構築し、高分子素材でのにおい成分の動態を解析できることを示したものである。また、本法はにおい成分を常圧下で検出できることから、可視化に基づく食品品質評価法としての展開が大いに期待され、食品分析学の発展に寄与する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。