

(第5号様式)

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	石坂 閣啓
審査委員	主査 川嶋 文人 副査 木場 章範 副査 野村 美加 副査 鑪迫 典久 副査 高橋 真

論文名

室内空气中総揮発性有機化合物(TVOC)のパッシブサンプリング法による分析技術の研究開発

審査結果の要旨

室内環境中には様々な有機化合物が存在するが、その中でも揮発性有機化合物（VOC）は肺から体内に直接取り込まれるため、その健康への影響が大きいことが知られている。そのため2000年前後にシックハウス症候群が社会問題となったのを契機に、13種類の物質に対して室内濃度指針値が定められた。しかし近年、指針値の定められていない有機化合物が代替物質として使用され、また、気密性の高い住宅が増えていることから、シックハウス問題が再び発生する懸念が生じている。一方、これまでの室内環境中のVOC測定は、測定対象化合物が少ないうえに操作が煩雑で費用も高く、一般家庭で測定されることはほとんどないのが実情であった。そのため、室内環境中のVOCを簡単、低コストかつ網羅的に測定する方法の開発が求められている。

申請者はパッシブサンプラーによる総揮発性有機化合物（TVOC）測定に着目した。パッシブサンプラーを用いることにより簡単、低コストに室内環境中のVOCの網羅的な分析が可能であることを見出した。

本論文はパッシブサンプラーの性能に大きく影響を及ぼすサンプラーの構造ならびに吸着剤について検討を行い、新しい知見と方法を見出すと共に、操作性に優れた低廉なTVOC測定システムの開発を行ったものである。

### 【研究成果について】

#### (1) TVOC測定に適した吸着材の細孔特性とVOCの吸脱着特性

TVOC測定に適した吸着材の細孔特性を検討するために24種類の吸着剤を用い、芳香族炭化水素、脂肪族炭化水素、エステル、テルペン、アルデヒドなど38種類のVOCの吸脱着特性を評価した。その結果、マイクロ孔面積が1000 $\text{m}^2/\text{g}$ 以上の吸着剤は沸点100 $^{\circ}\text{C}$ 以下のVOCに対して十分な吸着力を持つこと、また、細孔径2nm以上の吸着剤は極性を有するVOCの脱着率が良好であること、さらに、メソ孔含有率が30~70%の吸着剤では活性炭と親和性の大きいスチレンやトリメチルベンゼンなどのVOCの脱着率が良好となることを明らかにした。

## (2) TVOC 測定に適したパッシブサンプラーの構造特性

パッシブサンプラーで TVOC を高感度に測定するためには分析対象化合物のサンプラーへの高い取り込み速度が必要となる。この取り込み速度はサンプリングレート (SR) で表されサンプラーの構造が SR に大きく影響する。本検討では気孔率が 70% と大きく、厚みは 0.5 mm と薄いテフロン製の多孔質チューブをサンプラーとして使用した。このサンプラーに先に検討した吸着剤を充填して SR の測定を行った。その結果、本サンプラーのトルエンの SR は 122 mL/min となり、アクティブ法の捕集速度 100 mL/min と同等の高い取り込み速度を有することを明らかにした。

## (3) TVOC パッシブサンプラーの評価

作製した TVOC パッシブサンプラーと TVOC 測定の標準法であるアクティブ法との並行サンプリングを 15 軒の住宅で実施し、定量および定性性能を評価した。サンプリングを行った 15 軒の住宅の TVOC 濃度は 15~ 3500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  程度であり、その多くにおいて TVOC は主要な 10 成分によって構成されていた。また、一部の結果においてパッシブ法がやや過小に評価された。これは一部の VOC において SR が基準となるトルエンよりも小さいためと考えられた。そこで、既存住宅の空気中から高頻度・高濃度に検出されるノナナールや環状シロキサンなどの特定の VOC に個別の SR を適用し、それ以外の VOC の SR は GC-MS のクロマトグラムのリテンションタイムから推定した SR を適用した。その結果、パッシブ法はアクティブ法と同等の定量・定性性能を示すことを明らかにした。実験室内でのモデル試験ではなく実地サンプリングにおいても良好な結果が得られたことから、本法の実用可能性が示唆された。

以上、室内空気中総揮発性有機化合物(TVOC)のパッシブサンプリング法による分析技術の研究開発により得られたパッシブサンプラーによる TVOC 測定法についての情報は、これまでの分析技術では未検討あるいは達成できていなかった新しい学術的知見とその方法を提示している。さらに、本研究により得られた分析方法は、室内環境中 TVOC 測定の迅速化と低廉化に大きく貢献すると共に、簡素化法としての利用も大いに期待できる研究成果と評価した。

本論文に関する公開審査会は、平成 31 年 2 月 9 日愛媛大学 農学部で開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続き開催された学位論文審査委員会で審議した結果、審査委員全員一致して、本論文が博士 (農学) の学位を授与するに値するものと判定した。