

中空光ファイバガスセルを用いた紫外吸収分光による終末呼気分析 Ultraviolet spectroscopic analysis of end-expiratory using hollow-optical fiber as gas cell

東北大工¹, 東北大医工² ○平山 文香¹, 片桐 崇史¹, 松浦 祐司²

Tohoku Univ., Graduate School of Engineering¹, Graduate School of Biomedical Engineering²

○Ayaka Hirayama¹, Takashi Katagiri¹, Yuji Matsuura²

E-mail: ayaka.hirayama.r4@dc.tohoku.ac.jp

1. はじめに

生体疾患の非侵襲診断として期待されている呼気分析においては、肺胞内の成分が検出できる終末呼気の分析が必要となる。そこで我々のグループは長光路かつ低容量なガスセルとして中空光ファイバを採用し、リアルタイム測定が可能な紫外分光法の利用を提案した。そしてレーザ高輝度光源(LDLS)と長さ 3 m の中空光ファイバを組み合わせたことで測定システムの高感度化を実現し、呼気中のイソプレン濃度の定量化に成功した[1]。さらに呼気サンプリングの際に、コンダクタンスの小さい中空光ファイバに呼気を導入するのが困難であるという課題があったが、呼気採取装置を製作したことで簡易かつ安定的に終末呼気採取を可能とした[2]。

呼気中のアセトン濃度は脂肪代謝の動態と関連することが知られ、血糖値との相関性についても報告がある。本報告では、アセトンの定量化の検討を行った結果について報告する。

2. アセトン紫外吸収スペクトル

Fig.1 は測定系の概要である。LDLS からの紫外光はレンズにより集光され、中空光ファイバに入射する。使用したファイバはガラスキャピラリの内面にアルミニウム薄膜をコーティングしたものであり、内径は 1 mm、長さは 3 m である。ファイバ入射端には CaF₂ 窓で封止したスリーブを装着し、そこから終末呼気サンプル(2.4 ml 程度)を導入している。ファイバからの出射光はファイバ入力型分光器によって検出した。

Fig.2 は濃度の異なるバブリングにより生成したアセトン基準ガスの吸収スペクトルである。波長 275 nm 付近にブロードな吸収ピークが確認できる。Fig.3 は $\lambda=275$ nm における吸収値を用いて作成した較正直線である。濃度と吸収の間には高い線形性が見られ、測定誤差は 0.015 程度である。

3. アセトン定量化の検討

Fig.2 で得られた吸収スペクトルを基に、重回帰分析によりアセトンの定量化を試みた。Fig.4(a)は呼気の吸収スペクトルと水、イソプレン、及びオゾンの説明変数として重回帰分析を行った結果である。アセトンの吸収域である 275 nm 付近にわずかな差異が見られ、決定係数 R^2 は 0.964 となった。Fig.4(b)はアセトンを説明変数に加えて分析を行った結果であり、スペクトルがよく一致し R^2 は 0.977 と向上した。この結果から呼気中のアセトン濃度は 12 ppm と求められた。

<参考文献>

[1] T. Iwata, T. Katagiri, Y. Matsuura, Sensors 12, 2058 (2016)

[2] 平山文香, 片桐崇史, 松浦祐司
電気関係学会東北支部連合大会,
2H02 (2017)

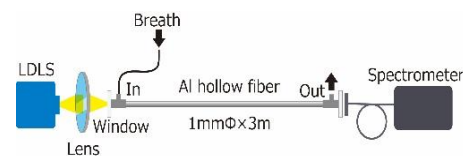


Fig.1 Experimental setup for UV absorption spectroscopy of gases

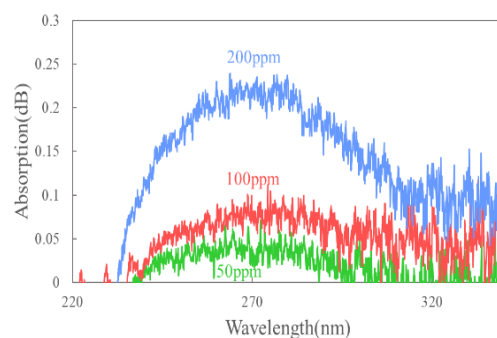


Fig.2 Absorption spectra of acetone vapor

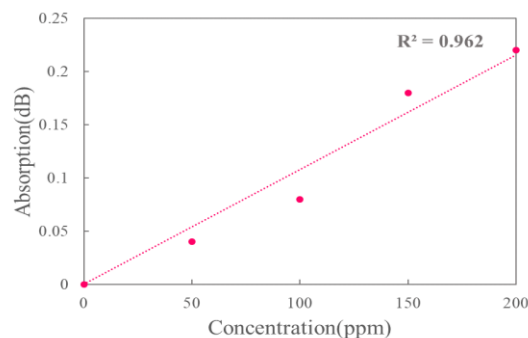


Fig.3 Linear calibration of acetone

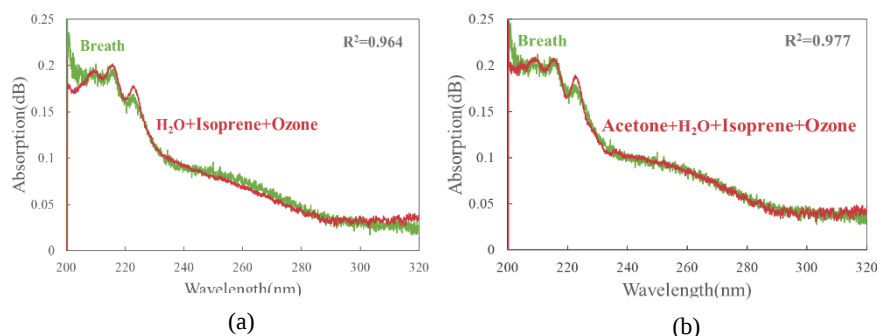


Fig.4 Results of multiple-linear regression of breath