

次世代たばこ主流煙中カルボニル化合物の捕集・分析法に関する研究

7BSKM007 久須窪 雄希
指導教員 関根 嘉香

1.緒言

近年、受動喫煙防止の観点から副流煙の発生が抑制された次世代たばこ（電子たばこ・加熱式たばこ）の普及が進んでいる。次世代たばこは従来の紙巻きたばこと異なり燃焼過程を伴わず、グリセリンや香料等を含む液体やたばこの葉等を加熱することで使用できる。そのため人体への健康リスクは小さいとされ市場が拡大しているが、主流煙中には人体に有害な物質が含まれているという報告もある^{1) 2)}。しかしその捕集・分析法は十分に検討されていない。そこで演者らは自動喫煙装置と市販されている電子たばこ 1 銘柄、加熱式たばこ 2 銘柄を用いて次世代たばこ主流煙中のカルボニル化合物の捕集・分析法の検討を行った。

2.方法

2.1 主流煙中カルボニル化合物の捕集

Fig.1 に示した自動喫煙装置(Borgwalt 製 LM4E – Linear Vaping Machine for E-Cigarettes) を用いて次世代たばこを吸引した。この自動喫煙装置の吸引口部分は主流煙中のエアロゾルを除去する為の石英繊維製フィルターを設置することができるようになっている。

捕集メソッドは Table1 に示すような 3 種類の吸煙プロトコールを用いた。各プロトコールには吸煙プロフィールが設定されており、HCl 法・ISO 法においては「human」という人の呼吸を再現したプロフィールが、CORESTA 法では常に一定の流量で吸煙する「bell」というプロフィールが設定されている。

捕集媒体としては、連結させた 2 本のインピンジャーにそれぞれ 10 mL の 1%リン酸-0.03% 2,4-ジニトロフェニルヒドラジン (DNPH) –アセトニトリル溶液を入れたもの、及び DNPH カートリッジ (GL Science 製 InertSep mini AREO DNPH) を 2 個連結させたものを用いた。

2.2 抽出及び分析

DNPH 溶液を用いて捕集したものは捕集溶液を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) にて分析した。DNPH カートリッジを用いて捕集したものは、アセトニトリル 5 mL でカートリッジから成分を抽出した後、HPLC にて分析した。

Table1 吸煙プロトコール

プロトコール	吸煙時間	吸煙間隔	吸煙量	吸引流量
HCl法	2秒	30秒	55 mL	1.65 L/分
ISO法	2秒	60秒	35 mL	1.05 L/分
CORESTA法	3秒	30秒	55 mL	1.33 L/分

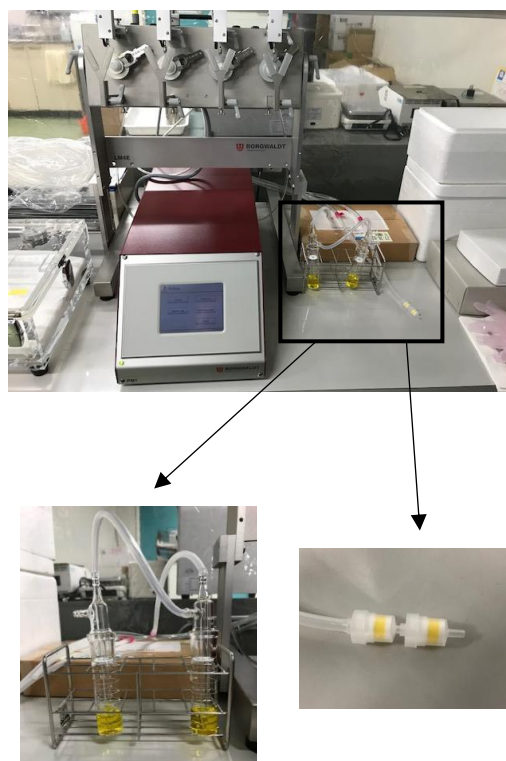


Fig.1 Linear Vaping machine and sampling materials for carbonyl compounds (DNPH solution and DNPH cartridge).

3.結果

Fig.2 に DNPH カートリッジ、DNPH 溶液それぞれを用いて電子たばこを 100 Puff 吸引したときの 1 Puff 辺りの捕集量を示す。どちらの捕集媒体を用いても検出される成分は同じであった。捕集量についても大きな差は見られなかったが、他銘柄の結果³⁾も踏まえると捕集媒体としては DNPH カートリッジの方が優れていることが示唆された。

次に石英繊維製フィルターの有無によるカルボニル化合物の捕集量の差を比較する。設置した石英繊維製フィルターによってカルボニル化合物の捕集が阻害されているのではないかと考え、フィルターの有無による捕集量の差を調べた。すると石英繊維製フィルター未装着時では、検出された各成分いずれも 3~4 倍の捕集量が得られた。従って電子たばこ主流煙中カルボニル化合物は石英繊維製フィルターによって捕集量が減ることが明らかとなった。このことから、石英繊維製フィルターを外すことで、電子たばこ主流煙中のカルボニル化合物をより正確に捕集できると考えられる。

Fig.3 に Puff 数毎の捕集量の変化を示す。Puff 数が増えるにつれ、捕集量も増加する傾向はみられるが、直線関係にはなかった。それぞれのカルボニル化合物の発生メカニズムの違いや、捕集時に自動喫煙装置付属のチューブに付着した水滴の影響を受けた可能性が示唆された。

次に吸煙プロトコールの違いによる電子たばこ主流煙中カルボニル化合物の捕集量の違いについて比較する。たばこ製品の主流煙中の成分の捕集には国際規格として 3 種類の吸煙プロトコール (HCI 法・ISO 法・CORESTA 法) が用いられている。それぞれの方法で同銘柄の電子たばこを吸煙したところ、同 Puff 数ながら主流煙中のカルボニル化合物の捕集量には大きな差が生じた。このことから、吸煙プロトコールの選択は電子たばこ主流煙中カルボニル化合物の捕集量に対し重要な要因であることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) A.A.Ruprecht : *Aerosol Sci. Tec.* 51, 674-684(2017)
- 2) 佐藤ら:平成 29 年度室内環境学会学術大会(2017)
- 3) 久須窪ら:第 31 回におい・かおり環境学会講演要旨集, 92-93 (2018)

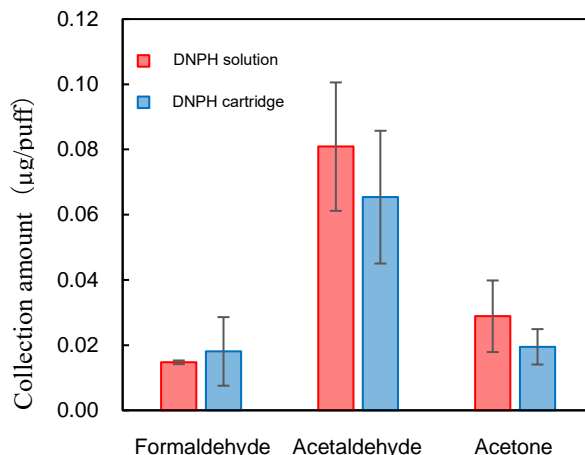


Fig.2 Comparison of collection amounts of carbonyl compounds from the mainstream smoke DNPH solution and DNPH cartridge.

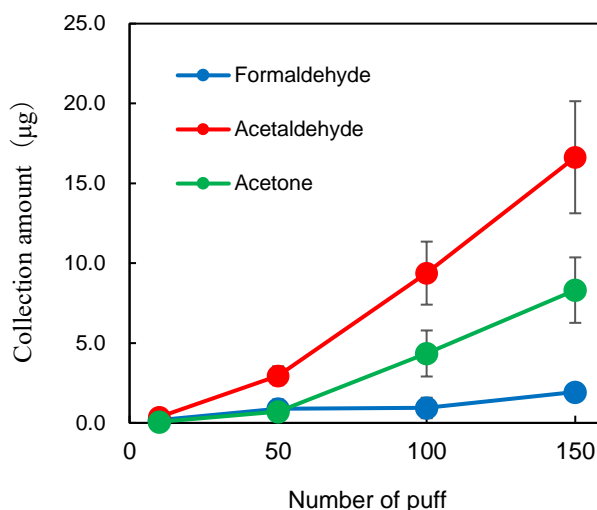


Fig.3 Variation of collection amount of carbonyl compounds by Puff numbers

4.まとめ

捕集材は DNPH カートリッジの方が優れた捕集性能を示すこと、スモーキングマシンに装着されている石英繊維製フィルターがカルボニル化合物の捕集量を減じていること、吸煙プロトコールの選択が重要であることが明らかとなった。

今後は異なるフレーバーや、様々な銘柄の次世代たばこについても検討を重ねていくと共に、揮発性有機化合物 (VOCs) 等、その他の成分についての捕集・分析方法についても検討していく。

【謝辞】本研究は公益財団法人喫煙科学研究財団の助成により行われたものです。