

## 10. 電子タバコによる乱用薬物の吸引成分の実態解明

○外館 史祥、岩橋 孝祐、熊坂 謙一（神奈川県衛生研究所）

### 【研究目的】

電子タバコを用いて乱用薬物を吸引する方法は海外だけでなく、国内でも確認され逮捕者も出ており、新たな乱用手段として社会的問題となっている。近年の電子タバコは図1に示すように、バッテリーを含む電源である「Mods」と、コイルを含む電子タバコ用リキッド(e-リキッド)を充填する「アトマイザー」から構成される。電子タバコはModsより電力をコイルに供給しコイルを発熱さ



図1 電子タバコ

せることにより、蒸散したe-リキッドを吸引するものである。近年の電子タバコはModsで電力やコイルの加熱温度を任意に設定することや、また、e-リキッドの主成分であるグリセロールとプロピレングリコールの組成を変えることによって、使用者自身で蒸気の発生量を調整することができる。そのため、電子タバコによる薬物の吸引は、コイルの加熱温度の設定及びe-リキッドの組成により、蒸気中の薬物濃度が変化し、熱分解物も生成する可能性があるため、薬物の人体への作用も変化すると考えられる。そこで、本研究では、電子タバコによる吸引の実態を明らかにするため、急性中毒などの問題があり、e-リキッドにも含有され流通しているカフェインを用い、電子タバコ使用時の蒸気中のカフェイン関連成分や濃度を測定し、その有害性に関するデータを得ることとした。

### 【研究の必要性】

電子タバコは未成年でも通販等で容易に入手でき、その使用方法も容易であるため、乱用薬物の吸引が、広い世代で国内に蔓延するおそれがある。また、電子タバコを用いて乱用薬物を吸引しても外観からでは露見しにくいいため、薬物乱用に手を染め易くなる可能性がある。そのため、電子タバコを用いた薬物乱用の基盤的なデータを把握しておく必要がある。本研究は、電子タバコによる薬物の吸引成分の実態を明らかにすることで、生体内への薬物の影響を予測するだけでなく、電子タバコと薬物乱用に関する実態について行政や住民に周知することで、健康被害防止や薬物乱用防止の一助になると考えられる。

## 【研究計画】

### 1 試薬等

カフェインは富士フィルム和光純薬工業(株)製の試薬特級カフェイン、グリセロール及びプロピレングリコールは使用実態に則すため、電子タバコ専門店から購入したベジタブルグリセロール(VG)及びプロピレングリコール(PG)製品を使用した。

### 2 試験方法

#### 1) カフェイン捕集条件検討

使用実態に則し、薬物をより深く吸引することを考え、代償性補償喫煙に近い吸引方法としてカナダ保健省が提案する、人の喫煙行動を考慮した喫煙法(HCI法)<sup>1)</sup>(一回吸引量 55 mL、吸引時間 2 秒)を参考に、吸引速度は電子タバコの一吸引量を 55 mLを基準とし、それぞれ、1.65 L/分(吸引時間:2 秒)、1.10 L/分(吸引時間:3 秒)、0.66 L/分(吸引時間:5 秒)の3条件に設定した。電子タバコ条件は、ワット出力調整モード(VWモード)、0.5Ω VWモード専用コイル、設定電力 40Wとし、カフェイン含有の蒸気を発生させた。発生した蒸気は表1のとおりインピンジャー(捕集瓶)を用い捕集した。インピンジャーで捕集した液体は、表2の条件で分析した。なお、e-リキッドの組成はVG/PG=30:70とし、カフェインの濃度を1 mg/mLに調製した。

#### 2) コイル加熱温度及びe-リキッド組成変化におけるカフェイン発生量

1)の結果をもとに、吸引速度は1.65 L/分(吸引時間:2 秒)とした。電子タバコの設定条件は、VWモードには0.5Ω VWモード専用コイルを、温度管理機能モードには0.5Ω チタンコイルをそれぞれ用い、両コイルとも設定電力を40Wで使用した。また、温度管理機能モードでコイルの加熱温度を200°C、250°C、300°Cに設定した。設定した各温度及びVWモードに対し、それぞれe-リキッドの組成をVG/PG=30:70、50:50、70:30とした時の電子タバコより発生するカフェイン含有の蒸気を表1のとおりインピンジャーを用い捕集した。インピンジャーで捕集した液体は表2の分析条件で分析した。なお、各e-リキッド中のカフェインの濃度は、1 mg/mLに調製した。

表1 薬物捕集装置及び捕集条件

吸引ポンプ	MP-Σ300N(柴田科学)
吸引速度	1.65 L/分
吸引時間	2 秒
吸引回数	5 回
インピンジャー内捕集液	超純水
捕集液温度	37°C

表 2 LC装置及び測定条件

HPLC	
装置	ACQUITY UPLC(日本ウォーターズ)
カラム	ACQUITY UPLC HSS T3(日本ウォーターズ) (1.8 $\mu$ m, 2.1 mm i.d. $\times$ 100 mm)
移動相	A液 0.1%りん酸 B液 アセトニトリル
アイソクラティック条件	A液/B液=90 : 10
流速	0.45 mL/min
カラム温度	40°C
注入量	1 $\mu$ L
検出器	フォトダイオードアレイ (PDA) 検出器(274 nm)

## 【実施内容・結果】

### 1 カフェイン捕集条件検討

本研究に用いた電子タバコは、加熱式たばこのように吸引することで発熱し蒸気を発生する製品と異なり、ボタンを押した時間だけコイルが発熱し、e-リキッドが蒸散する製品である。そこで、吸引速度によっては、発生したカフェインがインピンジャー内の捕集液に十分に溶解されず通過してしまうおそれがあるため、吸引ポンプの吸引速度とカフェインの捕集量との関係につ

いて条件検討を行った。なお、カフェイン捕集量については、単位時間当たりのカフェイン発生量（以下、カフェイン発生量）に置き換えて比較した。

その結果、図2に示すように、カフェイン発生量は1.65 L/分（吸引時間2秒）が一番多く、その次に1.10 L/分、0.66 L/分と速度が遅くなるにつれ、カフェイン発生量が減少した。したがって、カフェインを捕集するための吸引ポンプの吸引速度は1.65 L/分（吸引時間2秒）とした。

### 2 コイル加熱温度及びe-リキッド組成変化におけるカフェイン発生量

コイルの加熱温度やe-リキッドの組成を変化させた時のカフェイン発生量について測定し、その結果は図3に示すとおりであった。

コイル加熱温度を変化させた時のカフェイン発生量については、加熱温度制限がなくボタンを押した時間のみコイル温度が上昇し続けるVWモードが、どの組成においても一番カフェイン発生量が多かった。また、どの組成においてもコイル加熱温度が高いほどカフェイン発生量が増大し、特にVG/PG=30:70においては、温度依存的なカフェイン発生量の増大が顕著であった。

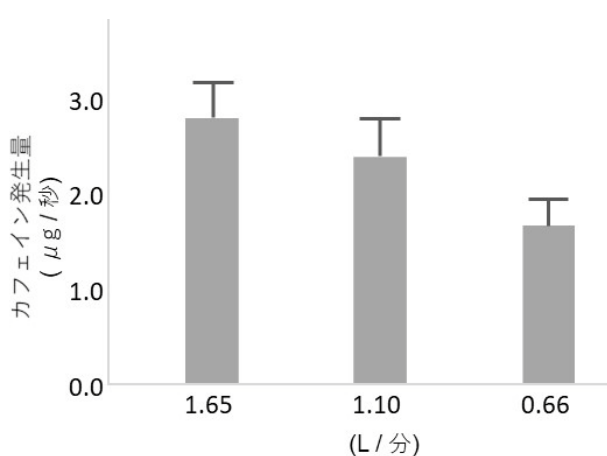


図2 吸引速度変化によるカフェイン発生量

(n=6)

e-リキッド組成の変化におけるカフェイン発生量については、有意差がつかない温度もあったものの、どのコイルの加熱温度についても PG の割合が多いほどカフェイン発生量が増加する傾向にあった。

#### 【考察と今後の課題】

本研究において、カフェインの捕集条件の検討では、吸引速度を遅くし、カフェインのインピンジャー捕集液に溶解させる時間を増加させることにより捕集量を増加させようとしたが、予想に反し、吸引速度の早

い方が捕集量が増加した。そのため、HCI 法の吸引速度条件である 1 回吸引量 55 mL、吸引時間 2 秒である 1.65 L/min(吸引時間：2 秒)を捕集条件とした。また、吸引速度が遅い場合のカフェイン捕集量が少ない原因の一つとして、吸引速度が遅いため、発生した薬物が電子タバコとインピンジャー途中のチューブに吸着する可能性が考えられるため、より正確なカフェイン発生量を測定するため、チューブ内のカフェイン濃度を測定するなど、更なる検討が必要である。なお、チューブへの吸着を少なくするためチューブの長さを短くしようと試みたが、電子タバコとインピンジャーなどの器具同士の接続が困難になるため不可能であった。

次にコイルの加熱温度及び e-リキッドの組成変化とカフェインの発生量の関係について検討した。コイルの加熱温度とカフェイン発生量の関係については、温度上昇に伴いカフェイン発生量も増大した。e-リキッドの組成とカフェイン発生量については、グリセロールの沸点は 290℃、プロピレングリコールの沸点は 188℃であり、沸点の低いプロピレングリコールの割合の多い方が、カフェイン発生量が増大する傾向が見られた。このことから、カフェイン発生量は、e-リキッドの気化が関係し、設定温度が高いほど、e-リキッドの気化量が増加し、また、プロピレングリコールの割合が多いほどプロピレングリコールの気化量が増加するため、それに伴いカフェイン発生量も増加すると考えられた。なお、本研究で捕集液を LC で分析した結果、カフェインの分解物などは確認されなかったことから、電子タバコの使用により、カフェインは分解されずに発生し、生体へ吸引され影響を及ぼすものと考えられた。

本研究では、電子タバコによる乱用薬物の吸引成分の実態解明の為、e-リキッドに含有され流通しているカフェインを用いて、電子タバコによる発生した蒸気中のカフェイン関連成分や濃度の変化について検討した。その結果、市販のカフェイン含有 e-リキッ

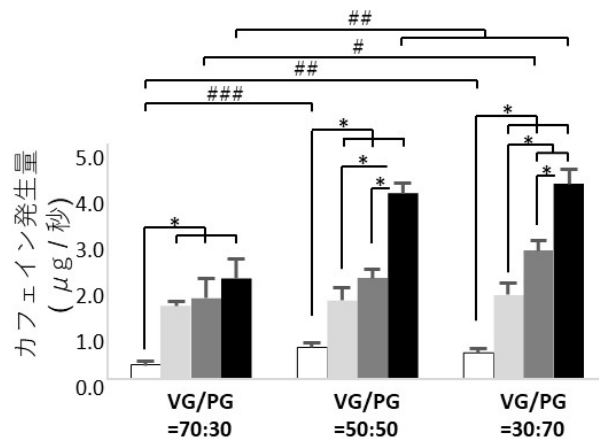


図3 温度及び組成変化によるカフェイン発生量

□ 200℃ ■ 250℃ ■ 300℃ ■ VW

(n=3 または 4) \*;  $p < 0.001$

#:  $p < 0.05$ , ##:  $p < 0.01$ , ###:  $p < 0.001$

ドを電子タバコで吸引した時の実態における基盤的な知見を得た。市販で流通するカフェイン含有電子タバコを吸引することは、e-リキッドを加熱した時に発生する他の成分との相互作用などの詳細は明らかではないことや、カフェイン含有量が多い製品も存在するため、注意が必要であると思われる。また、カフェイン以外の薬物によっては電子タバコによって熱分解を受ける可能性がある薬物も存在し、その熱分解物の生体への影響は不明であるため、今後も様々な薬物について引き続き実態調査を進めたい。

【参考文献】

- 1) Health Canada:Official method T-115, ” *Determination of Tar, Nicotine and Carbon Monoxide in Mainstream Tobacco Smoke*” , (1999), (Ottawa, Canada).

【経費使途明細】

使 途	金 額
・ 薬物購入費	47,685 円
・ 吸引成分捕集測定用測定関連器具 (インピンジャー、シリコンチューブ等)	189,497 円
・ 電子タバコ関連一式 (電子タバコ本体、アトマイザー、コイル、バッテリー等)	64,190 円
・ 事務費 (振込手数料3回分)	2750 円
合 計	304,122 円
大同生命厚生事業団助成金	300,000 円