

令和元年度厚生労働行政推進調査事業費補助金  
(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)  
分担研究報告書

加熱式たばこの葉に含有される水銀の分析

研究分担者 杉田 和俊 麻布大学獣医学部

研究分担者 稲葉 洋平 国立保健医療科学院

研究要旨

近年、加熱式たばこの使用者が増加し、喫煙者において 20%を超えるシェアを占めるようになった。加熱式たばこは、燃焼を伴わないため、一般に有害性は低いと言われているものの、燃焼条件などが定まらないことから、従来の紙巻きたばこの比較ができていない。また、燃焼温度やフィルターなども加熱式たばこの製品により異なり、加熱式たばこ間の比較も難しい。そこで本研究は、紙巻たばこ、葉巻たばこおよび加熱式たばこの葉に含油される有害金属の1つである水銀を測定し、比較することを目的とした。

加熱式たばこの葉に含まれる水銀量は1カートリッジあたり 4.3ng (3.0~6.9ng)であった。紙巻きたばこでは 13.8ng(7.3~27.8ng)、葉巻きたばこでは 5.7ng (2.9~10ng)であり、紙巻たばこと比較すると約 1/3 であり、1カートリッジが1本と換算すると水銀含有量は小さいことが判った。

A. 研究目的

加熱式たばこは、2013年以降に日本国内での販売が開始され、すでに喫煙者において20%を超えるシェアを占めるようになった。しかし、この加熱式たばこは、市場に出て間もないため、評価に長い時間を要する発がん等の健康影響に関する疫学的評価は非常に困難である。

他方、水銀は、日本では水俣病に代表される有機水銀汚染、世界では金鉱山や金属製錬などに伴う無機水銀汚染などが報告されており、未だに代表的な環境汚染物質である。水銀には発がん性は報告されていないものの、メチル水銀では神経毒性が報告されている。水銀蒸気の場合、主に腎臓に蓄積するとともに血液-脳関門を通過し脳内に運ばれる。その結果として胸の痛み、呼吸困難、咳、喀血を続発し、間質系肺炎の引き起こすこともある。たばこ主流煙中水銀は蒸気として吸引するため、上記の影響が考えられる。そこで、喫煙によ

る水銀曝露量を推定することを目的として、たばこ葉に含まれる総水銀量を測定した。

B. 研究方法

1. 使用たばこ銘柄

分析に供したたばこは国内で販売されている紙巻きたばこ(Tobacco)15種類、最近発売された葉巻たばこ(Cigar)5種類および加熱式たばこ(Heated Tobacco)3種類とした。

2. たばこ葉中水銀の濃度測定

水銀の前処理および酸分解

たばこ葉は、一箱若くは一箱の半分を取り出し、フードプロセッサで粉碎し、均質化したものを水銀分析用試料とした。

水銀分析は「水銀分析マニュアル」(環境省2004)に若干変更を加えた方法で行なった。即

ち、試料 0.5g を分解用メスフラスコに入れ、超純水 1mL を添加、更に硝酸(関東化学、電子工業用)-過塩素酸(60%、ナカライテスク株式会社、有害金属測定用) (1:1) 4mL 及び硫酸(富士フィルム和光純薬株式会社、有害金属測定用) 5mL を加え、約 250 に温めたホットプレート上で 1 時間の分解を行った。放冷後、試料を超純水で 45mL に定容し、水銀分析用試料とした。

水銀の測定は、水銀分析用試料 20mL をガラス製測定容器に入れ、硫酸(富士フィルム和光純薬株式会社、有害金属測定用) (1+1)1mL 及び 10% 塩化すず(塩化すず( )二水和物、富士フィルム和光純薬株式会社、有害金属測定用)水溶液 1mL を添加し、発生した Hg 蒸気をセルに導き吸光度を測定した。水銀の測定は Mercury Analyzer HG400 (平沼産業株式会社) を用いた。水銀の定量には水銀標準試薬(Hg 100、富士フィルム和光純薬株式会社)を適宜希釈して用いた。

## C. 結果及び考察

### 1. たばこ葉中水銀の酸処理条件の検討

「水銀分析マニュアル」は様々な試料形態に対応しているものの、実際のたばこ葉に適用するにあたり、酸分解条件について検討した。即ち、たばこ葉 0.5g に水銀 5ng を添加し、硝酸-過塩素酸(1:1)を 2mL、4mL 及び 6mL と変化させた条件でたばこ葉の分解を行なった。同じ条件で水銀未添加の測定結果を対照として、回収率を算出した。その結果を Table 1 に示す。硝酸-過塩素酸 2mL 及び 4mL で回収率が約 93% と良好な結果が得られた。標準偏差は硝酸-過塩素酸 4mL で少し大きいものの、繰り返し測定での異常値の発生がなく、安定した結果が得られた。また、分解時間 30 分では、未分解の状態が確認された。そこで、「水銀測定マニュアル」の分解条件について、硝酸-過塩素酸(1:1)を 2mL から 4 mL に、分解時間を 30 分から 1 時間に変更し、以後の分析を行うこととした。

### 2. たばこ葉中水銀含有量

国外では紙巻たばこでは、たばこ 1 本当たり 10ng 程度の Hg が含まれていることが報告され(1, 2)Kowalski et al. 2009, Panta et al. 2008)、たばこによる水銀の暴露影響に懸念が持たれている。しかし、日本国内で流通されている紙巻たばこや加熱式たばこに関する水銀の報告は非常に少ない。そこで、たばこ煙による健康影響調査の一環として、まず、各種たばこに含まれる水銀量を測定した。即ち、たばこ一箱から無作為に半数の 10 本を選び、葉を取り出して、フードプロセッサで粉碎するとともに均質化した(一箱の本数が少ない(10 本)ものは一箱分)。粉碎試料から 0.5g を測りとり、上記方法にて前処理を行い、水銀分析を行なった。その結果を Table 2 に示す。Table 2 には水銀濃度と合わせて表示してあるタール量とニコチン量を示した。最近発売された葉巻たばこについてはタールやニコチンについては測定方法が確立されていないことから、表示は義務づけされていない。そのため、表中は「-」で示した。紙巻たばこ 1 本当たりの平均 Hg 含有量は 13.8ng、葉巻たばこ 1 本当たりでは 5.7ng、加熱式たばこ 1 本あたりでは 4.3ng と紙巻たばこが非常に高い含有量であり、葉巻たばこや加熱式たばこの Hg 含有量はこの約 1/3 ~ 1/2 と低い結果になった。たばこ葉重量当たりでは大きな違いは見られなかったものの、たばこ 1 本当たりの葉の量が葉巻たばこや加熱式たばこでは半分以下のため、1 本当たりになると少なくなった。特に加熱式たばこの MEVIUS REGULAR では CARTRIDGE が一箱に 5 つで他の加熱式たばこの 1/4 でありと少ないため、吸い方にもよるが Hg の摂取量が少なくなることが推定される。

## D. 結論

本研究では、日本で市販されている従来の紙巻たばこと近年発売された Little Cigar と呼ばれる葉巻きたばこ、加熱式たばこのたばこ葉に含まれる総水銀量を測定した。その結果、1 本中の水銀含有量は紙巻きたばこ>>葉巻たばこ>加熱式たばこ

であり、加熱式たばこの水銀曝露量は紙巻きたばこに比べると小さいことが判った。

#### E 参考文献

- ( 1 ) 環境省 (2004) 水銀分析マニュアル.
- ( 2 ) KOWALSKI, Radosław and WIERCIŃSKI, Janusz (2009) Mercury content in smoke and tobacco from selected cigarette brands, Ecological Chemistry and Engineerings, Vol.16, No.S2, pp155-162.
- ( 3 ) PANTA, Yogendra M., Qian, Shizhi, Cross, Chad L., Cizdziel, James V. (2008) Mercury content of whole cigarettes, cigars and chewing

tobacco packets using pyrolysis atomic absorption spectrometry with gold amalgamation, Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, Vol.83, No.1, pp7-11.

F . 研究発表  
なし

G . 知的財産権の出願・登録状況  
特になし

Table 1 たばこ葉中水銀分析のための酸分解条件の検討

	Recovery (ng)		Recovery rate (%)		Remarks
	Average	sd	Average	sd	
硝酸-過塩素酸 2mL	4.67	0.41	93.4	8.3	n=4
硝酸-過塩素酸 4mL	4.67	0.77	93.5	15.3	n=5
硝酸-過塩素酸 6mL	6.74	1.21	134.8	24.2	n=4

Table 2 たばこ葉（紙巻たばこ，葉巻たばこおよび加熱式たばこ）に含まれる水銀含有量

No.	Tobacco	Tar (mg)	Nicotin (mg)	Hg (ng/cig)	CIGARS	Hg (ng/cig)	Heated Tobacco	Hg (ng/cig)
1	KENT1 100's	1	0.1	10.3	CAMEL CIGARS ORIGINAL	6.2	KENT bright tobacco (GLO)	3.1
2	MEVIUS ONE 100's-1	1	0.1	8.7	echo CIGARS	5.7	Marlbore ORIGINAL (IQOS)	3.0
3	xs CASTER	5	0.4	24.0	Forte Lights	2.9	MEVIUS ORIGINAL (PROOM TECH)	6.9
4	CABIN	8	0.6	27.8	Forte ORIGINAL	3.9		
5	COOL Natural	8	0.6	23.4	WAKABA (Brown package)	10.0		
6	LARK MILDS 9	9	0.8	7.9				
7	PARLIAMENT	9	0.7	7.3				
8	MEVIUS ORIGINAL 10	10	0.8	9.3				
9	The Peace	10	1.0	15.4				
10	AMERICAN SPIRIT (Turquoise)	12	1.4	18.3				
11	Marlbro Box	12	1.0	8.5				
12	HOPE	14	1.1	9.4				
13	SEVEN STARS	14	1.2	12.1				
14	echo (Orenge package)	15	1.0	9.9				
15	WAKABA (Green package)	19	1.4	14.5				
	average			13.8		5.7		4.3
	sd			6.6		2.7		2.2
	mode			10.3		5.7		3.1
	min			7.3		2.9		3.0
	max			27.8		10.0		6.9