

Table 3 国産たばこ8銘柄のたばこ葉中ポロニウムの分析結果

Standard Cigarette		Polonium-210				
Brand	No.	(m Bq/g)	(m Bq/本)	Mean	SD	CV (%)
MEVIUS ONE	1	29.4	17.2	16.8 ± 0.34	0.34	1.9
	2	28.3	16.5			
	3	28.1	16.5			
	4	28.7	16.8			
	5	29.2	17.1			
MEVIUS Extra Lights	1	31.7	18.0	18.5 ± 1.45	1.45	7.6
	2	36.8	20.8			
	3	33.2	18.8			
	4	31.1	17.6			
	5	30.7	17.4			
MEVIUS Super Lights	1	28.7	15.9	15.5 ± 0.39	0.39	2.4
	2	27.5	15.3			
	3	27.0	15.0			
	4	28.0	15.5			
	5	28.4	15.8			
MEVIUS Lights	1	31.9	19.3	18.9 ± 1.12	1.12	5.7
	2	29.1	17.6			
	3	32.7	19.8			
	4	29.9	18.0			
	5	33.2	20.1			
MEVIUS Original	1	28.5	16.1	16.8 ± 0.45	0.45	2.7
	2	29.9	16.9			
	3	30.6	17.3			
	4	30.1	17.0			
	5	29.8	16.8			
Seven Stars	1	35.9	24.1	25.0 ± 0.73	0.73	2.8
	2	37.2	24.9			
	3	36.9	24.7			
	4	38.8	26.0			
	5	37.7	25.3			
echo	1	33.5	17.9	17.4 ± 0.63	0.63	3.5
	2	33.9	18.1			
	3	32.4	17.3			
	4	31.9	17.1			
	5	31.1	16.6			
わかば	1	36.0	24.3	25.7 ± 1.72	1.72	6.5
	2	39.8	26.9			
	3	41.3	27.9			
	4	35.6	24.1			
	5	37.8	25.5			

たばこ主流煙及び副流煙中のポロニウム-210分析

研究分担者 稲葉 洋平 国立保健医療科学院

研究分担者 内山 茂久 国立保健医療科学院

研究分担者 櫻田 尚樹 国立保健医療科学院

研究協力者 小林 明莉 東京薬科大学 生命科学部

研究要旨

たばこ煙中の有害因子の一つに自然放射性核種由来のポロニウム-210 (Po-210) がある。喫煙によって α 線を放出するPo-210は、体内に取り込まれることで内部ひばくによる健康影響が懸念されている。これまで当研究室は、平成24年度の厚生労働科学特別研究事業において、たばこ主流煙中のPo-210分析法の確立を行った。この研究によってたばこ主流煙中には、Po-210が含まれていることが確認された。しかし、たばこ主流煙を捕集するフィルターの検討と主流煙ガス成分の分析法の確立が課題となった。そこで本研究は、昨年度確立したたばこ主流煙中Po-210分析法を利用し、たばこ煙捕集用フィルターの処理とガス成分の分析法の確立を目的とした。合わせて副流煙の分析法の確立も行った。たばこ煙は、粒子成分とガス成分をそれぞれ捕集し、マイクロウェーブ処理を行い、Srレジソラム抽出、電着後、 α 線スペクトロメトリーで測定を行う手法を確立した。国産たばこ3銘柄についてたばこ主流煙Po-210の分析を行ったところ、全ての銘柄でPo-210が検出された。しかし、Mevius OneのISO法で捕集した試料は、定量下限値以下であった。また、ガス成分も定量下限値以下であった。次に、副流煙の粒子成分に含まれるPo-210は、ISO法およびHCl法ともに3銘柄で定量され、5.5–9.3 mBq/本であった。なお、主流煙の分析結果と異なり、副流煙の分析結果は喫煙法によって大きく変動しなかった。副流煙のガス成分も主流煙のガス成分と同様にPo-210はフィルターにほとんどが捕集される可能性が高い。今後は、副流煙のフィッシュテール部の分析法の開発を行う。さらに分析するたばこ銘柄数を増やし、我が国で販売されるたばこ銘柄から発生するたばこ煙のPo-210に関する実態調査を行う計画である。また、海外産たばこ銘柄の分析を行うことによって、我が国のたばこ銘柄の製品規制について検討する必要があると考えている。

A 目的

たばこ煙中の有害因子の一つに自然放射性核種由来のポロニウム-210 (Po-210) がある。このPo-210はウラン壊変系列に属し、半減期が138日の α 線放出核種である。この α 線は質量が大きく、正電荷を帯びているため、数センチメートルの空気層や紙一枚で容易に遮蔽することが可能である。しかし、喫煙によって α 線を放出するPo-210

を体内に取り込むことで、内部ひばくによる健康影響が懸念されている。また、Po-210は燃焼によってガス化する物質のため、喫煙によってたばこ葉からたばこ煙へ移行すると考えられる。

これまで当研究室は、平成24年度の厚生労働科学特別研究事業において、たばこ主流煙中のPo-210分析法の確立を行った。この研究によってたばこ主流煙中には、Po-210が含まれていること

が確認された[1]。しかし、たばこ主流煙を捕集するフィルターの検討と主流煙ガス成分の分析法の確立が課題となった。

そこで本研究は、昨年度確立したたばこ主流煙中Po-210分析法を利用し、たばこ煙捕集用フィルターの処理とガス成分の分析法の確立を目的とした。このPo-210は、喫煙時に主流煙へ一部移行し喫煙者に吸引されるとともに、副流煙へも移行し受動喫煙者に曝露される。そこで、たばこ副流煙の分析法の確立も合わせて行った。

B 方法

(1) たばこ試料

たばこ試料は、市販たばこであるMevius One, Mevius Super Lights, Mevius OriginalとSeven starsの計4銘柄とした。内分標準試薬としてポロニウム-209 (activity: 375.6 Bq/50 mL in 5M硝酸) は、Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH製を使用した。

(2) たばこ主流煙の捕集

たばこ主流煙の捕集は、ISO法とカナダ保健省が提案するHealth Canada Intense (method T-115, HCl法)で行った[2, 3]。たばこ試料の恒温・恒湿化はISO3402 (1999) [4]に準拠し、捕集直前まで48時間－10日間、温度 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 3\%$ で行った。たばこ主流煙の捕集は、半自動喫煙装置 (Borgwaldt single channel linear smoking machine model LM1, Borgwaldt KC社製) (図1)で行った。捕集中はチャンバー内をISO3308 (2000) [5]に準じ、温度 $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 5\%$ で維持した。たばこ主流煙は、たばこ外箱表示タール・ニコチン量の捕集に利用され、ISOの定める機械喫煙方法 (ISO法) に準じ、吸煙量35 mL、吸煙時間2 sec、吸煙間隔60 secで石英フィルター (2500QAT-UP, ϕ 45 mm, 日本ポール社製) に捕集した[2]。また、ヒトの喫煙行動に近いとされ、カナダ保健省が定めるHCl法でも行った。HCl法は、吸煙量55 mL、

吸煙時間2 sec、吸煙間隔30 secとし、更にフィルター部に通気孔があるたばこを用いた際はテープで完全に塞いで捕集を行なった[3] (表1)。なお、本研究では、ISO試料は、石英フィルター1枚当たりたばこ主流煙3本分を捕集し、3枚分 (計9本分) を一試料とした。また、HCl試料は、石英フィルター1枚当たりたばこ主流煙2本分を捕集し、3枚分 (計6本分) を一試料とした。さらにガス成分の捕集は、ミゼットインピンジャー (30 mL, VIDTEC製) に5%硝酸を30 mL添加し、図2のように主流煙捕集フィルターの後に設置することで行った。

(3) たばこ副流煙の捕集

たばこ試料の恒温・恒湿化と捕集条件も主流煙と同様に行った。また、たばこ副流煙の捕集は、主流煙の捕集法と同様にISO法HCl法で行い、粒子成分は石英フィルターで捕集し、ガス成分は5%硝酸20 mLを添加したインピンジャーで捕集を行った (図2)。本研究では、ISO試料は、主流煙の条件と異なり石英フィルター1枚当たりたばこ主流煙2本分を捕集し、3枚分 (計6本分) を一試料とした。また、HCl試料は、石英フィルター1枚当たりたばこ主流煙2本分を捕集し、3枚分 (計6本分) を一試料とした。

(3) たばこ主流煙及び副流煙中ポロニウムの測定

たばこ主流煙及び副流煙中ポロニウムの測定は、Miuraら[6]の手法を一部改良した手法を用いた。一連の前処理工程を図3に示す。まず、始めに「有機物分解」段階では、たばこ煙捕集フィルター1.5枚分は内部標準物質であるポロニウム-209 5 μL 、硝酸9 mL (HNO_3 , 有害金属分析用)、過酸化水素 (H_2O_2 , 有害金属測定用) 1 mL、銅溶液 (Cu, 10 mg/mL, 塩酸) 0.5 mL及び鉛溶液 (Pb, 1 mg/mL, 塩酸) 0.25 mLと共にマイクロウェーブ装置 (ETHOS PLUS, Milestone General製) 専用容

器に入れ、タイムプログラム (Milestone General 社Report Code: B0081/サンプル: 葉) に従ってマイクロウェーブ処理をした。マイクロウェーブ処理の条件は、常温-50°C (2min) -30°C (3 min) -210°C (16 min) -180°C (1 min) -210°C (4 min) - (20min) 継続とした。次に「硫化物沈殿」段階として、上記分解試料溶液は、2試料分をテフロン製200 mL形ビーカーに移し、合致させた後、ホットプレート上で加熱濃縮 (120°C) して1M塩酸15 mLで再溶解した。塩酸溶液は硝酸セルロースフィルター (0.45 µm) で濾過し、得られた濾液に飽和アスコルビン酸溶液2 mLと4Mアンモニア溶液7 mLを加えて、pHを4-5に調製した。さらに本溶液は1.3Mチオアセトアミド溶液10 mLを加えてホットプレート上で加熱 (120°C, 1 hr) して、硫化物沈殿物を得た。

さらに「抽出カラム操作」段階で、硫化物沈殿物は硝酸セルロースフィルター (0.8 µm) で濾過し、濾過物を硝酸15 mL中で溶解したものをホットプレート上で「加熱濃縮 (120°C) / 塩酸での再溶解 (5 mL)」を3回繰り返した後、再度加熱濃縮したものを4M塩酸20 mLで再溶解して抽出カラム用試料とした。上記抽出カラム用試料はSrレジウムカラム (Eichrom製, 100-150 µm, 2 mL容) に導入後、4M塩酸8 mL (Cu及びBi溶出) 及び8M塩酸20 mL (Pb溶出) で洗浄し、6M硝酸20 mL (Fe及びPo溶出) を通液して電着用溶液を得た。最後の「電着」段階では、上記電着用溶液はホットプレート上で加熱濃縮 (120°C) して0.5M塩酸10 mLで再溶解した後、電着装置 (電解分析装置; ANA-2, 東京光電工業社製) 用容器に移し飽和アスコルビン酸溶液1.5 mLを添加して電着を行った (0.25 A, 60°C, 2.5 hr)。得られた電着用プレート (ステンレス製, 25 mm φ) はMilliQ水/エタノール/アセトンの順で洗浄・乾燥した後、ポロニウム測定 (α線スペクトロメトリー, シリコン半導体検出器: ORTEC社製) した。

次に、ガス成分はインピンジャー法によって捕集を行った。なお、捕集溶液には5%硝酸を使用した。捕集後の5%硝酸は、ホットプレート上で加熱濃縮 (120°C) して硝酸9 mL (HNO₃, 有害金属分析用) 9 mLで再溶解し、マイクロウェーブへ供した。その後は、たばこ煙フィルターと同様の操作を行った。

C 結果及び考察

たばこ煙捕集用フィルターの検討

昨年度の研究報告では、主流煙捕集の素材には、一般的に採用されているガラス繊維フィルターではなく石英フィルターを採用した[1, 7]。これは、ガラス繊維フィルターはPo-210を含有しており、その量は2 mBq/枚以上となった。そこで、フィルターあたりのPo-210量が低い材料を検討したところ、石英フィルターが最適であった。今回は、石英フィルターPo-210の更なる低減化を目的として、各種前処理を行った。その結果、石英フィルターを600°Cで24時間加熱処理を行い、続いて、ホットプレート上で加熱洗浄を行ったところ、未処理の1.10±0.44 mBq/枚から0.66±0.11 mBq/枚へ低減することが確認された (表2)。よって、主流煙捕集用石英フィルターは、上述処理を行ったうえで使用することに決定した。

たばこ主流煙ブランク Po-210の分析

たばこ主流煙捕集におけるブランク値の分析を表3 (A), (B) に示す。ブランク試料はたばこの喫煙を行わず、たばこ1本を燃焼するための平均吸引回数分喫煙装置を稼動したときのフィルター及びインピンジャー溶液を使用した。その結果は、ISO法及びHCl法で得られたフィルターの値は、0.05 mBq/本と0.04 mBq/本となった。よって、ブランク値の2倍量である0.1 mBq/本を定量下限値と設定した。次に、ガス成分のブランク値は、ISOが0.38 mBq/本とHClが0.34 mBq/本となり、ガ

ス成分のブランクがフィルターよりも高値となった。そのため、副流煙の定量下限値は、ブランクの2倍量に設定したところ、0.76 mBq/本とした。

たばこ副流煙ブランク Po-210の分析

主流煙と同様にたばこ副流煙ブランク値の分析を行った（表4（A），（B））。フィルターのブランク値は、ISO法が0.02 mBq/本となりHCl法が-0.06 mBq/本となった。副流煙の定量下限値は、0.05 mBq/本とした。一方でガス成分のブランク値は2.90と0.35 mBq/本となった。ISO法の1試料が8.0 mBq/本であったが、これは内部標準Po-209の未添加が考えられる。よって、副流煙のガス成分は主流煙とほぼ同じ0.35 mBq/本となった。そこで副流煙ガス成分の定量下限値は、ブランク値の2倍量である0.70 mBq/本とした。

国産たばこ主流煙の分析

国産たばこ3銘柄についてPo-210の分析を行ったところ、全ての銘柄でPo-210が検出された（表5）。しかし、Meivius OneのISO法で捕集した試料は、定量下限値以下であった。また、ガス成分も定量下限値以下であった。Po-210は燃焼によってガス化すると報告があるが、たばこ製品の吸い口部のフィルターを通過し、主流煙捕集用石英フィルターに達するまでに温度低下に伴って、粒子成分に吸着すると考えられた。また、3銘柄ともにHCl法の分析結果が、ISO法の結果よりも高値であった。よってたばこ葉からたばこ主流煙への移行率も7.6-15.9%となった。Meivius Oneの結果から、本分析法は我が国の市場で販売されているタール1 mg・ニコチン0.1 mgの外箱表示のたばこ製品においては、定量下限値以下になる可能性は高いが、それ以外のタール・ニコチン表示量が高いたばこ銘柄の主流煙中Po-210の分析は十分に可能であると考えられた。

今後は、さらに数銘柄Po-210の分析を行った上で、ガス成分中のPo-210が定量下限値以下であれば、Po-210の大部分は粒子成分として石英フィルターに捕集されていると考えられる。

国産たばこ副流煙の分析

副流煙の粒子成分に含まれるPo-210は、ISO法およびHCl法ともに3銘柄で定量され、5.5-9.3 mBq/本であった（表6）。なお、主流煙の分析結果と異なり、副流煙の分析結果は喫煙法によって大きく変動しなかった。これらの結果は、喫煙者のPo-210曝露量は喫煙行動によって変化すると考えられるが、受動喫煙者曝露量は喫煙者の喫煙行動に影響されること無く一定であることが推測された。また、副流煙のPo-210量は主流煙と比較すると2-85倍となった。また、ガス成分のPo-210は、3銘柄ともに定量下限値以下であった。副流煙のガス成分も主流煙のガス成分と同様にPo-210はフィルターにほとんどが捕集される可能性が高い。そのため、今後の分析結果ではインピンジャーの分析は行わずにPo-210の定量を進める計画である。

たばこ製品中のポロニウム分布について

本研究において分析を行ったたばこ葉、たばこ主流煙及び測定結果をもとにPo-210の移行率を算出したところ、主流煙が6.8-15.9%であり、副流煙が34.8-50.8%となった。この結果から、たばこ葉のPo-210は喫煙によって主流煙と副流煙への移行率が高いことが分かった。

今後の検討課題

本研究では、国産たばこ4銘柄のたばこ主流煙及び副流煙のPo-210分析を行った。今後は、分析銘柄数を増やし、我が国で販売されるたばこ銘柄から発生するたばこ煙のPo-210に関する実態調査を行う計画である。また、海外産たばこ銘柄の分

析を行うことによって、我が国のたばこ銘柄の製品規制について検討する必要があると考えている。

D 結論

紙巻たばこ製品は、喫煙によってたばこ葉中のPo-210が主流煙と副流煙に移行することが実験によって確認された。主流煙は、喫煙法によって移行率が変化することが分かった。一方で、副流煙への移行率は、喫煙法による変動は小さいことが確認された。今後は、さらに銘柄数を増やし分析を進めるとともに、ガス成分中Po-210の分析の必要性についても検討し、分析法の確立を急ぎたい。

E 引用文献

- [1]稲葉洋平, 内山茂久, 寺田宙, 山口一郎, 樺田尚樹 タバコ葉中及び主流煙中のポロニウムの測定 厚生労働科学研究費補助金 厚生労働科学特別研究事業「タバコ煙中のポロニウムの含有量とその測定法に関する研究」<H24-特別-指定-032>平成24年度分担報告書;2013.5-17.
- [2] ISO 4387. Cigarettes – Determination of total and nicotine-free dry particulate matter using an routine analytical smoking machine. 3rd ed., International Organization for Standardization, 2000.
- [3] T-115. Determination of tar, nicotine and carbon monoxide in mainstream tobacco smoke, Health Canada, 1999.
- [4] ISO 3402. Tobacco and tobacco products - Atmosphere for conditioning and testing, ISO, 1999.
- [5] ISO 3308. Routine analytical cigarette - smoking machine - Definitions and standard conditions, ISO, 2000.

[6] Miura T, Hayano K, Nakayama K. Determination of ²¹⁰Pb and ²¹⁰Po in Environmental Samples by Alpha Ray Spectrometry Using an Extraction Chromatographic Resin. Anal Sci. 1999;15:23-28.

[7] 稲葉洋平, 内山茂久, 樺田尚樹 たばこ主流煙に含まれる重金属類の測定 厚生科学研究費補助金 第3次対がん総合戦略研究事業「たばこ規制枠組条約に基づく有害化学物質等の国際標準化試験法及び受動喫煙対策を主軸とした革新的ながん予防に関する研究」〈H21-3次がん-一般-005〉平成23年度分担報告書 ; 2012. 41-47.

F 研究発表

総括研究報告書に一括記載した。

G 知的財産権の出願・登録状況
なし

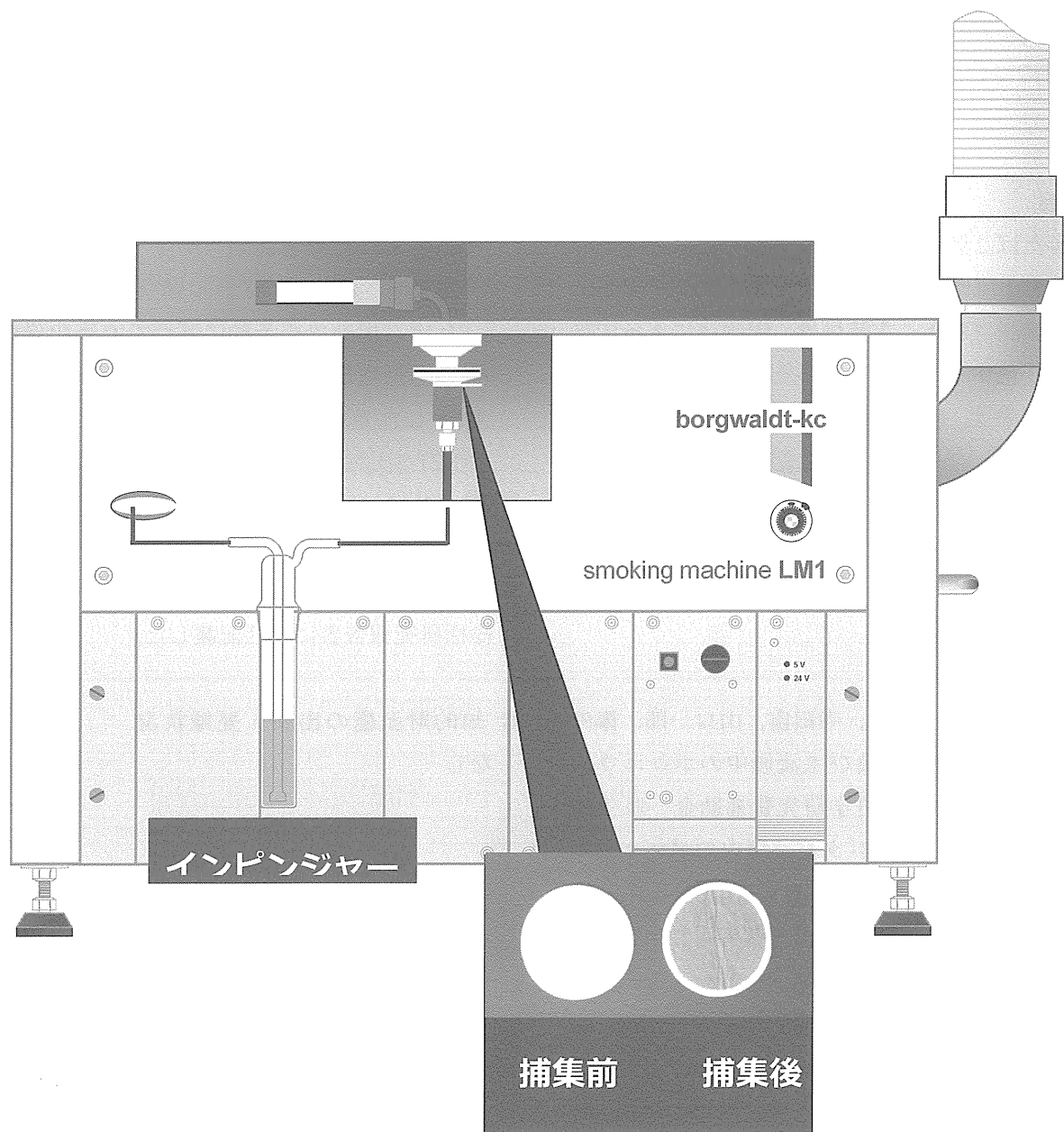


図1 主流煙捕集用の自動喫煙装置

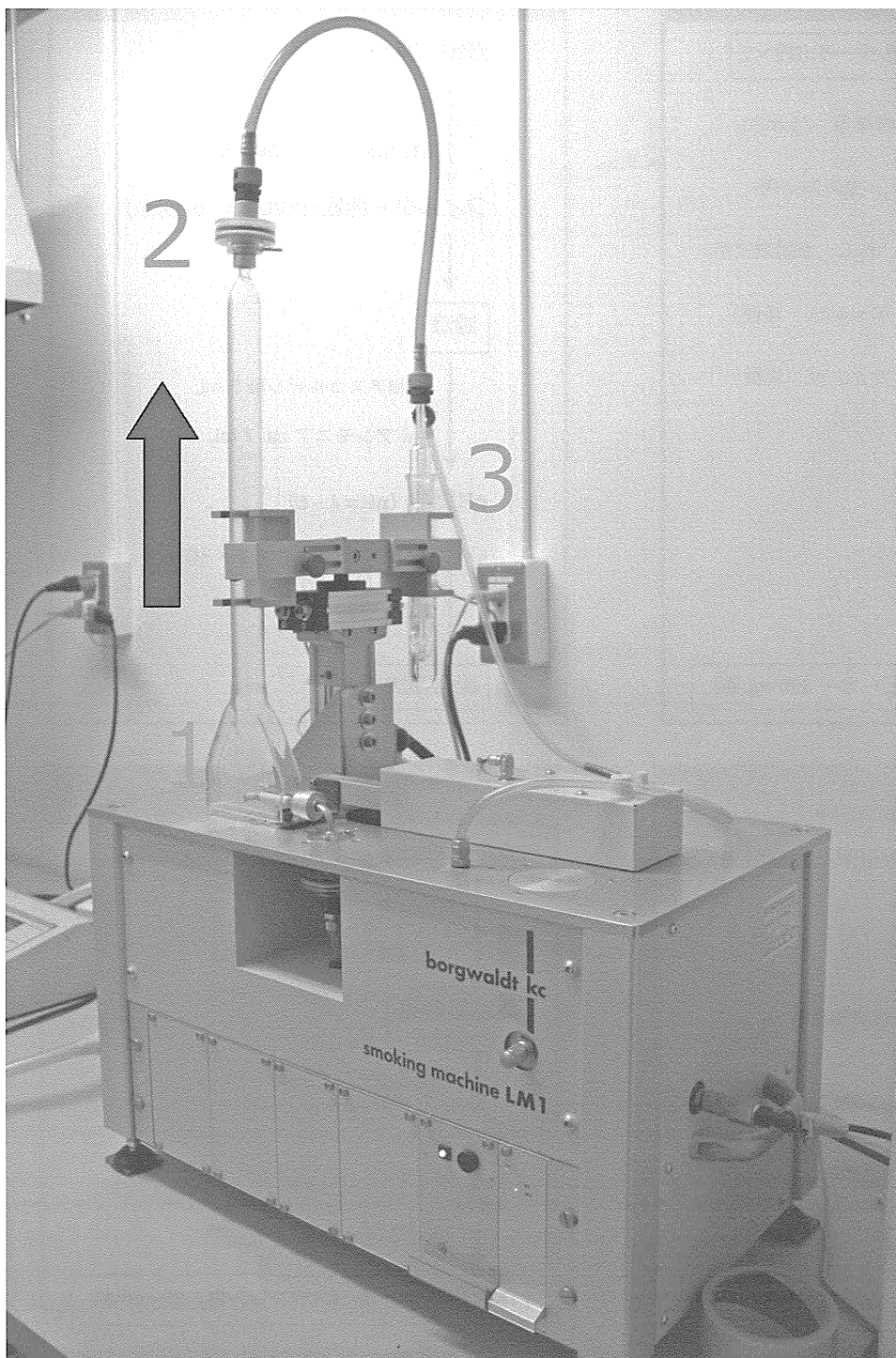


図2 副流煙捕集用の自動喫煙装置

捕集条件 ; 1分間あたり3 L,

捕集部名称 ; 1.フィッシュテール, 2.フィルター, 3.インピンジャー

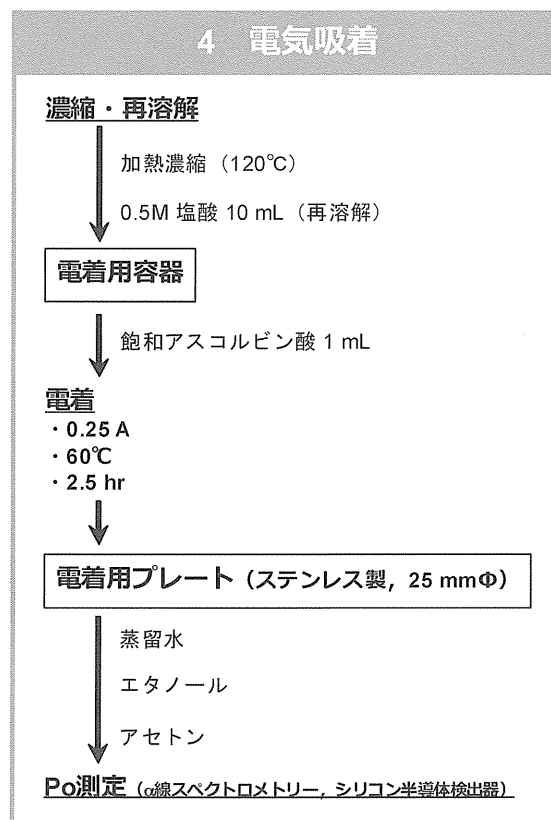
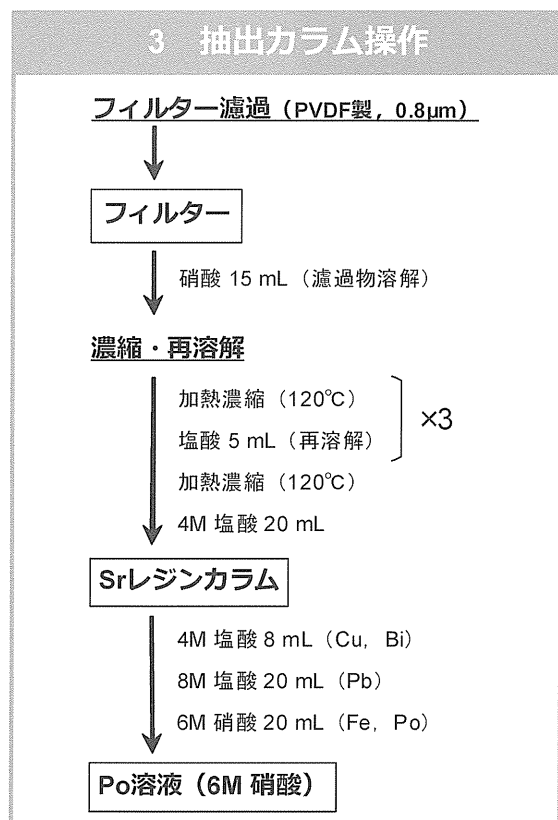
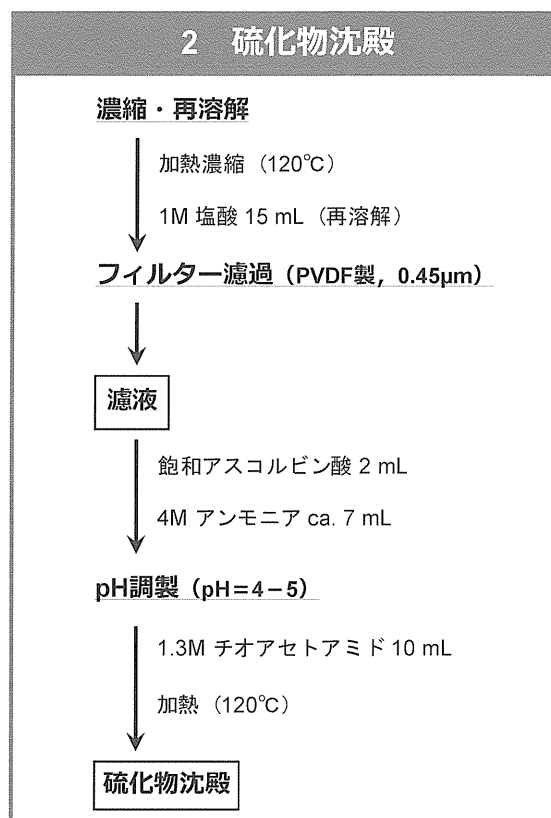
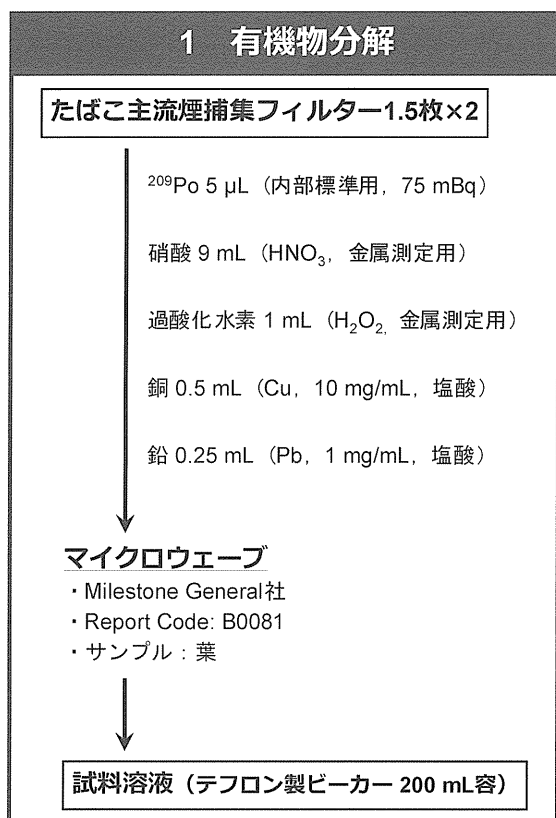


図3 たばこ主流煙中ポロニウム測定の流れ

表1 たばこ主流煙及び副流煙捕集の喫煙法

特徴	ISO法	HCI法
	たばこ外箱表示に使用	ヒトの吸煙行動
吸煙量	35 m L	55 m L
吸煙時間	2秒	2秒
吸煙間隔	60秒	30秒
通気孔の閉鎖	0%	100%

表2 石英フィルターの処理法の検討

Sample	Number	Po-210 (mBq/枚)	Mean	SD
未処理	1	0.58	1.10	± 0.44
	2	1.01		
	3	1.72		
	4	1.35		
	5	0.85		
1M 硝酸洗淨	1	0.53	0.81	± 0.31
	2	1.32		
	3	0.88		
	4	0.64		
	5	0.68		
600°C 24時間処理	1	0.72	0.76	± 0.17
	2	0.57		
	3	0.85		
	4	1.02		
	5	0.66		
600°C 24時間 1M 硝酸洗淨	1	0.71	0.76	± 0.28
	2	0.64		
	3	0.78		
	4	1.22		
	5	0.46		
600°C24時間 硝酸 加熱処理	1	0.82	0.66	± 0.11
	2	0.64		
	3	0.63		
	4	0.70		
	5	0.53		

表3 たばこ主流煙捕集条件のポロニウム-210ブランク値の評価

(A) ISO法ブランク

Sam ple	Num ber	フィルター			ガス	
		Po-210 (m Bq/本)	フィルターブランク値 (m Bq/枚)	フィルター差し引き値 (m Bq/3枚)	Po-210 (m Bq/本)	
	1	0.2	0.58	1.75	0.01	0.2
	2	0.4	0.58	1.75	0.18	0.4
Blank	3	0.2	0.58	1.75	0.04	0.4
	4	0.2	0.58	1.75	0.03	0.6
	5	0.2	0.58	1.75	-0.01	
Mean					0.05	0.38
SD					0.07	0.15

(B) HCl法ブランク

Sam ple	Num ber	フィルター			ガス	
		Po-210 (m Bq/本)	フィルターブランク値 (m Bq/枚)	フィルター差し引き値 (m Bq/3枚)	Po-210 (m Bq/本)	
	1	0.4	0.63	1.88	0.04	0.3
	2	0.3	0.63	1.88	0.01	0.3
Blank	3	0.5	0.63	1.88	0.17	0.4
	4	0.3	0.63	1.88	0.01	0.3
	5	0.3	0.63	1.88	-0.04	0.4
Mean					0.04	0.34
SD					0.08	0.06

表4 たばこ副流煙捕集条件のポロニウム-210blank値の評価

(A) ISO法blank

Sam ple	Num ber	フィルター			ガス
		Po-210 (m Bq/本)	フィルターblank値 (m Bq/枚)	フィルター差し引き値 (m Bq/3枚)	Po-210 (m Bq/本)
B lank	1	0.4	0.59	1.78	8.0
	2	0.3	0.59	1.78	0.4
	3	0.2	0.59	1.78	0.4
				Mean	2.90
				SD	4.39

(B) HCl法blank

Sam ple	Num ber	フィルター			ガス
		Po-210 (m Bq/本)	フィルターblank値 (m Bq/枚)	フィルター差し引き値 (m Bq/3枚)	Po-210 (m Bq/本)
B lank	1	0.3	0.63	1.88	0.4
	2	0.3	0.63	1.88	0.3
	3	0.2	0.63	1.88	0.4
				Mean	0.35
				SD	0.03

表5 国産たばこ3銘柄の主流煙中ポロニウム-210の分析結果

たばこ銘柄	mBq/本					たばこ葉から 主流煙への 移行率(%)
	たばこ葉		フィルター		ガス	
	Mean	喫煙法	Mean	SD	Mean	
Mevius One	16.8	ISO	0.1<		<0.76	7.6
		HCI	1.3	± 0.26	<0.76	
Mevius Original	16.8	ISO	1.1	± 0.05	<0.76	6.8
		HCI	2.6	± 0.53	<0.76	15.8
Sevnen Stars	25.0	ISO	1.7	± 0.06	<0.76	6.9
		HCI	4.0	± 0.16	<0.76	15.9

表6 国産たばこ3銘柄の主流煙中ポロニウム-210の分析結果

たばこ銘柄	mBq/本					たばこ葉から 主流煙への 移行率(%)
	たばこ葉		フィルター		ガス	
	Mean	喫煙法	Mean	SD	Mean	
Mevius One	16.8	ISO	8.5	± 0.75	<0.7	50.8
		HCI	7.1	± 0.84	<0.7	42.5
Mevius Super Light	15.5	ISO	5.5		<0.7	35.5
		HCI	5.9		<0.7	38.1
Sevnen Stars	25.0	ISO	9.3	± 0.85	<0.7	37.1
		HCI	8.7	± 1.77	<0.7	34.8

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Matsumoto M, Inaba Y, Yamaguchi I, Endo O, Hammond D, Uchiyama S, Suzuki, G	Smoking topography and biomarkers of exposure among Japanese smokers: associations with cigarette emissions obtained using machine smoking protocols	Environ Health Prev Med	18	95-103	2013
杉田和俊, 松本真理子, 稲葉洋平, 遠藤治, 内山茂久, 櫻田尚樹	GC/MS によるニコチン分析の検討と公定法との比較	分析化学	62	253-257	2013
稲葉洋平, 大久保忠利, 杉田和俊, 内山茂久, 緒方裕光, 櫻田尚樹	薬用吸煙剤ネオシーダーの葉中及び主流煙中の有害化学成分と変異原活性の測定	日本衛生学雑誌	69	31-38	2013
Uchiyama S, Ohta K, Inaba Y, Kunugita N	Determination of Carbonyl Compounds Generated from the E-cigarette Using Coupled Silica Cartridges Impregnated with Hydroquinone and 2,4-Dinitrophenylhydrazine, Followed by High-Performance Liquid Chromatography	Anal Sci.	29	1219-1222	2013
Uchiyama S, Tomizawa T, Inaba Y, Kunugita N	Simultaneous determination of volatile organic compounds and carbonyls in mainstream cigarette smoke using a sorbent cartridge followed by two-step elution	J Chromatogr A.	1314	31-37	2013
稲葉洋平, 内山茂久, 櫻田尚樹	国産たばこ製品の有害性の評価	日本小児禁煙研究会雑誌	3	31-39	2013

