

図 4 自衛隊病院 B の見取り図

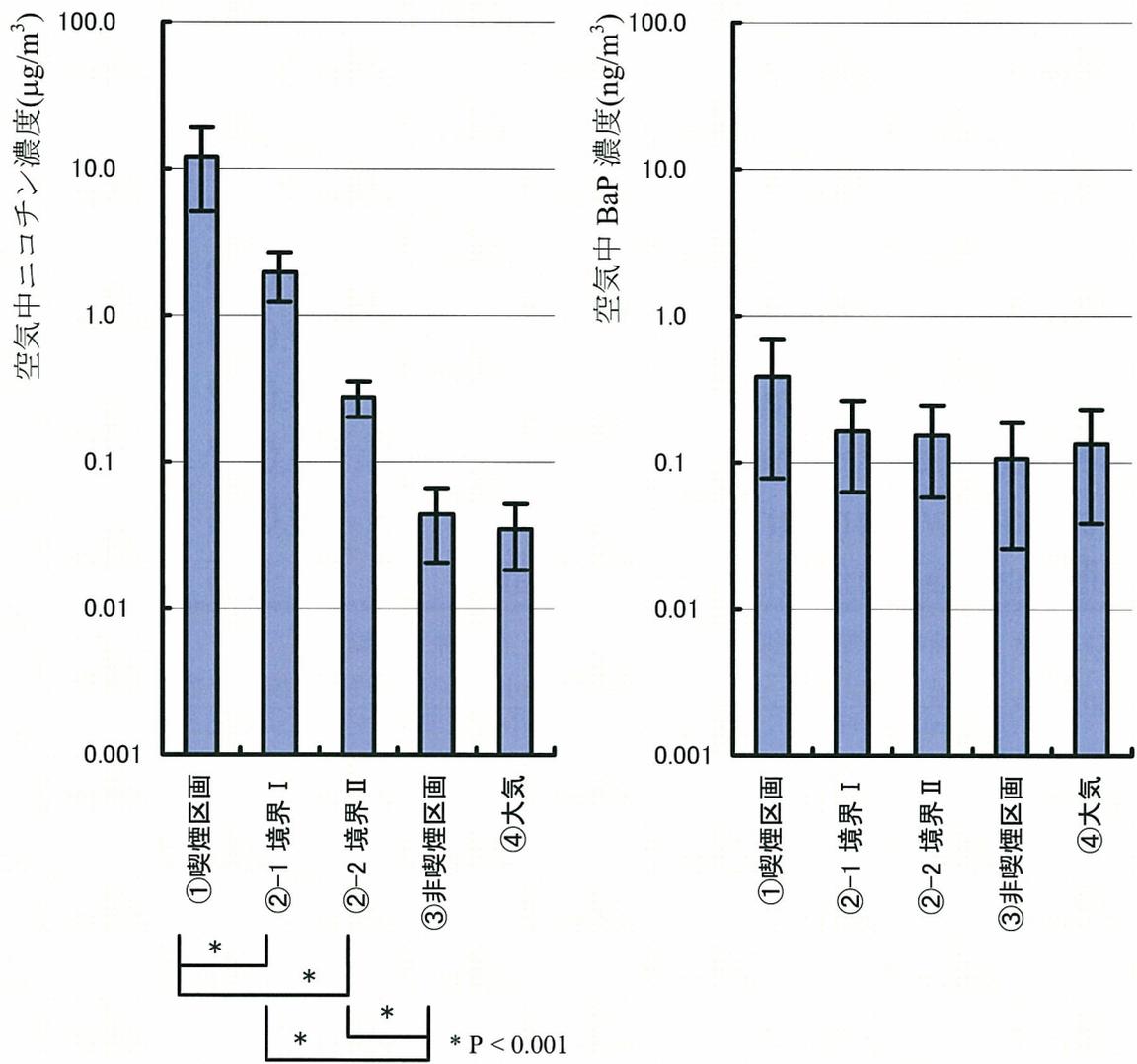


図5 自衛隊病院Aの各地点におけるニコチン濃度(左)及びBaP濃度(右)

表1 分析対象 PAH の名称・略称及び定量下限値

PAH	略号	定量下限値 (ng)
Pyrene	Py	0.050
Benz[<i>a</i>]anthracene	BaA	0.042
Benzo[<i>k</i>]fluorathene	BkF	0.009
Benzo[<i>a</i>]pyrene	BaP	0.024
Dibenz[<i>a,h</i>]anthracene	dBahA	0.012
Benzo[<i>b</i>]chrysene	BbC	0.017
Benzo[<i>ghi</i>]perylene	BghiP	0.066
Dibenzo[<i>a,e</i>]pyrene	dBaeP	0.165

各物質の定量下限値は標準的空気捕集条件では、Py の定量下限値は

$$=0.050(\text{ng}) \times \frac{2\text{ml (抽出量)}}{0.9\text{ml (分析量)}} \div \frac{1.44\text{m}^3 \text{ (1 L/min での 24 時間の積算流量)}}{2 \text{ (フィルターの半分を PAH 分析に供するため)}}$$

=0.15 ng/m³、同様にして BaA は 0.13 ng/m³、BkF は 0.027 ng/m³、BaP は 0.073 ng/m³、dBahA は 0.037 ng/m³、BbC は 0.052 ng/m³、BghiP は 0.20 ng/m³、dBaeP は 0.51 ng/m³ となる。

表 2 自衛隊病院 A における測定結果の概要

	Nicotine [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Py [ng/m^3]	BaA [ng/m^3]	BkF [ng/m^3]	BaP [ng/m^3]	dBahA [ng/m^3]	BbC [ng/m^3]	BghiP [ng/m^3]	dBaeP [ng/m^3]
①喫煙区画	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4
平均	12.01	0.79	0.58	0.18	0.39	0.074	0.061	0.63	(0.51)
標準偏差	6.92	0.54	0.37	0.10	0.31	0.06	0.041	0.45	
変動係数	0.58	0.69	0.64	0.58	0.80	0.85	0.68	0.72	
最大値	21.89	1.61	1.06	0.29	0.85	0.16	0.13	1.23	
最小値	4.04	0.13	0.13	0.031	0.068	< 0.037	< 0.026	0.16	
②-1境界 I	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	1.98	0.19	0.12	0.074	0.16	0.03	(0.052)	0.33	(0.51)
標準偏差	0.73	0.09	0.05	0.04	0.10	0.01		0.18	
変動係数	0.37	0.44	0.44	0.54	0.62	0.35		0.53	
最大値	3.04	0.29	0.18	0.11	0.27	0.04		0.48	
最小値	1.17	< 0.15	< 0.13	0.023	< 0.073	< 0.037		< 0.20	
②-2境界 II	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.27	0.17	0.11	0.069	0.15	0.030	(0.052)	0.32	(0.51)
標準偏差	0.03	0.06	0.04	0.04	0.10	0.01		0.18	
変動係数	0.12	0.39	0.42	0.55	0.62	0.38		0.57	
最大値	0.36	0.24	0.17	0.11	0.24	0.044		0.55	
最小値	0.16	< 0.15	< 0.13	0.022	< 0.073	< 0.037		< 0.20	
③非喫煙区画	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.044	0.17	0.10	0.069	0.11	0.028	(0.052)	0.30	(0.51)
標準偏差	0.023	0.13	0.07	0.06	0.10	0.02		0.21	
変動係数	0.53	0.77	0.66	0.86	0.93	0.60		0.67	
最大値	0.073	0.27	0.16	0.12	0.22	0.042		0.48	
最小値	0.014	< 0.15	< 0.13	< 0.027	< 0.073	< 0.037		< 0.20	
④大気	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.035	0.16	0.090	0.071	0.13	0.028	(0.052)	0.33	(0.51)
標準偏差	0.017	0.09	0.04	0.05	0.10	0.01		0.20	
変動係数	0.47	0.59	0.41	0.65	0.71	0.44		0.61	
最大値	0.060	0.28	0.14	0.12	0.28	0.042		0.59	
最小値	0.018	< 0.15	< 0.13	< 0.027	< 0.073	< 0.037		< 0.20	

表3 自衛隊病院Bにおける測定結果の概要

	Nicotine [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Py [ng/m^3]	BaA [ng/m^3]	BkF [ng/m^3]	BaP [ng/m^3]	dBahA [ng/m^3]	BbC [ng/m^3]	BghiP [ng/m^3]	dBaeP [ng/m^3]
①喫煙区画	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	1.30	0.44	0.33	0.24	0.29	0.08	0.04	0.46	(0.51)
標準偏差	0.47	0.29	0.22	0.18	0.27	0.08	0.03	0.47	
変動係数	0.36	0.67	0.67	0.75	0.94	1.02	0.71	1.02	
最大値	1.63	0.92	0.71	0.55	0.75	0.22	0.12	1.30	
最小値	0.49	0.20	0.18	0.12	0.08	< 0.037	0.03	0.16	
②境界	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.32	0.38	0.22	0.19	0.12	0.07	(0.052)	0.44	(0.51)
標準偏差	0.13	0.34	0.21	0.18	0.073	0.087		0.37	
変動係数	0.40	0.88	0.98	0.93	0.60	1.25		0.84	
最大値	0.52	0.97	0.59	0.51	0.20	0.22		1.10	
最小値	0.17	0.18	< 0.13	0.10	< 0.073	< 0.037		0.17	
③非喫煙区画	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.019	0.29	0.21	0.19	0.25	0.067	(0.052)	0.47	(0.51)
標準偏差	0.008	0.13	0.12	0.13	0.16	0.07		0.44	
変動係数	0.44	0.45	0.55	0.69	0.62	1.05		0.93	
最大値	0.034	0.51	0.42	0.43	0.53	0.19		1.25	
最小値	0.012	0.19	0.14	0.12	0.14	0.028		0.15	
④大気	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.011	0.29	0.23	0.21	0.19	0.063	(0.052)	0.35	(0.51)
最小値	0.006	0.20	0.11	0.13	0.07	< 0.037		0.17	
標準偏差	0.004	0.10	0.10	0.10	0.09	0.05		0.28	
変動係数	0.37	0.33	0.42	0.51	0.49	0.83		0.80	
最大値	0.016	0.40	0.38	0.39	0.30	0.15		0.85	

表 4 護衛艦における測定結果の概要

	Nicotine [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Py [ng/m^3]	BaA [ng/m^3]	BkF [ng/m^3]	BaP [ng/m^3]	dBahA [ng/m^3]	BbC [ng/m^3]	BghiP [ng/m^3]	dBaEP [ng/m^3]
①喫煙区画	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	25.04	0.49	0.42	0.11	0.27	0.09	0.13	0.59	0.41
標準偏差	18.06	0.28	0.25	0.04	0.17	0.06	0.06	0.35	0.15
変動係数	0.72	0.57	0.59	0.34	0.62	0.68	0.46	0.60	0.38
最大値	52.39	0.97	0.68	0.18	0.49	0.15	0.18	1.20	0.60
最小値	6.24	0.30	0.14	0.084	0.090	0.033	0.051	0.33	< 0.51
②境界	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.39	0.14	(0.13)	0.06	(0.073)	(0.037)	(0.052)	(0.20)	(0.51)
標準偏差	0.06	0.07		0.05					
変動係数	0.14	0.50		0.90					
最大値	0.45	0.24		0.14					
最小値	0.39	< 0.15		< 0.027					
③非喫煙区画	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5	n = 5
平均	0.025	0.13	(0.13)	0.04	(0.073)	(0.037)	(0.052)	(0.20)	(0.51)
標準偏差	0.02	0.08		0.03					
変動係数	0.69	0.58		0.83					
最大値	0.052	0.23		0.084					
最小値	0.025	< 0.15		< 0.027					

表5 潜水艦における測定結果の概要

	Nicotine [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Py [ng/m^3]	BaA [ng/m^3]	BkF [ng/m^3]	BaP [ng/m^3]	dBahA [ng/m^3]	BbC [ng/m^3]	BghiP [ng/m^3]	dBaEP [ng/m^3]
①喫煙区画	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4
平均	9.51	3.83	3.58	0.46	0.40	0.16	0.20	0.79	0.85
標準偏差	4.56	3.70	2.76	0.18	0.18	0.13	0.12	0.33	0.46
変動係数	0.48	0.97	0.77	0.40	0.45	0.83	0.60	0.42	0.55
最大値	13.64	9.13	7.44	0.64	0.62	0.35	0.34	1.08	1.39
最小値	4.41	0.51	0.88	0.23	0.19	0.04	0.07	0.44	0.25
②境界	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4
平均	0.08	1.76	0.61	0.05	(0.073)	(0.037)	(0.052)	(0.20)	(0.51)
標準偏差	0.01	1.32	0.37	0.01					
変動係数	0.15	0.75	0.62	0.22					
最大値	0.085	3.35	1.08	0.06					
最小値	0.060	0.25	0.21	0.03					
③非喫煙区画	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4	n = 4
平均	0.07	0.68	0.66	0.09	(0.073)	(0.037)	(0.052)	(0.20)	(0.51)
標準偏差	0.03	0.67	0.71	0.07					
変動係数	0.41	0.99	1.08	0.76					
最大値	0.116	1.68	1.72	0.19					
最小値	0.045	0.19	0.16	0.04					

ニコチン分析に用いる GC/MS カラムの比較検討

分担研究者 後藤純雄 麻布大学（国立環境研究所）

研究要旨

がんリスク低減対策に利用可能な曝露マーカー測定法に関する研究の一環として、環境たばこ煙（ETS）の受動喫煙マーカーとなるニコチンや4-エテニルピリジンのGC/MS分析のカラムについて検討を行った。分析対象成分が極性物質であることから、微極性のDB-5MSと中極性のDB-17を用いて比較検討した結果、ピーク形状や検出感度などを総合的に判断するとDB-17カラムの方がDB-5MSよりも適していることが認められた。このDB-17カラムを用いてタバコ煙試料を分析した結果、ニコチンは主流煙のガス状成分を除く3試料で検出されたのに対し、4-エテニルピリジンは副流煙のガス状成分のみに検出された。

A. 研究目的

近年たばこ煙の人体影響、特に受動喫煙の影響が注目され、禁煙運動が盛んになっている。環境たばこ煙（ETS）の影響を調べる場合、喫煙により発生するニコチンなど、指標となる物質が測定されるようになってきた。ニコチン分析を行う場合、試料捕集→抽出→GC/FID分析という手順がとられるが、詳細な調査における高感度分析の必要性と質量分析装置の普及に伴い、GC/MSによる分析が行なわれるようになってきた。そこで、本研究初年度にあたる本年度はGC/MS分析を行う場合のカラムについて検討した。即ち、最適条件を求めることを目的として極性の異なるカラムを用い、ピーク形状や検出感度などについて比較検討を行った。また、ニコチンと同様にETSの指標物質として注目されている3-エテニルピリジンについても、その異性体であり、標準物質として入手しやすく、ISO18145でも使用されている4-エテニルピリジンについて、同様の比較検討を行い、実際のたばこ煙試料の分析にも適用した。

B. 研究方法

1. 試薬類

ニコチンは和光純薬工業、4-エテニルピリジンとイソキノリンは東京化成工業のそれぞれ最純品

を用いた。4-エテニルピリジンは、ETSの指標物質として注目されている3-エテニルピリジンの異性体であり、標準物質として入手しやすいことから、ISO18145では3-エテニルピリジンの代替物質として指定されている。イソプロピルアルコールは国産化学製HPLC用、n-ヘプタンは和光純薬工業環境分析用のものを用いた。ニコチンおよび4-エテニルピリジンをそれぞれ秤取し、イソプロピルアルコールに溶解した。これら溶液を混合し、適宜イソプロピルアルコールで希釈した。希釈液50 µlに対し、内部標準としてイソキノリンを含むイソプロピルアルコール5 mlを添加し、検量線用溶液（標準溶液）を調製した。

2. たばこ煙試料

図1にたばこ煙試料の捕集方法を図示する。たばこ煙は、定容量型自動喫煙器（中央産商）を用い、ISO3308に準拠して発生させた。主流煙中の粒子状物質をCambridgeガラス繊維フィルター（44 mmφ, Borgwaldt Technik社）上に捕集し、その直後に4%硫酸水素ナトリウム水溶液入りのインピンジャーを連結してガス状物質の捕集を試みた。副流煙についても同様に2.0 l/minで連続吸引して粒子状及びガス状物質を捕集した。粒子状物質は20 mlのイソプロピルアルコールで振とう抽出し、内部標準を含むイソプロピルアルコールで

希釈して分析に供した。ガス状試料は 10 N 水酸化ナトリウム水溶液を添加してアルカリ性にした後、*n*-ヘプタンに転溶し、その一部を内部標準を含むイソプロピルアルコールで希釈して分析に供した。

3. GC/MS 分析

GC/MS 分析用キャピラリーカラムは、分析対象成分が極性物質であることから、微極性の DB-5MS と中極性の DB-17 を用いて比較した。両カラムの特性を表 1 にまとめた。また、GC/MS 装置及び分析条件を表 2 に示す。ピーク形状の検討及び定量に用いた測定質量は、ニコチンでは $m/z = 84$ 、4-エテニルピリジンでは $m/z = 105$ 、イソキノリンでは $m/z = 129$ とした。ピーク形状の検討には、米国 EPA の方法に準拠して算出した asymmetry factor (ASF) を用いた。

C. 研究結果

表 3 は、2 種類のカラムを用いてニコチン、4-エテニルピリジン及び、イソキノリンを分析して得られた ASF の結果を示したものである。それぞれ 10 回分析を行い、10 回の平均、標準偏差、及び変動係数もあわせて示してある。表 3 から、DB-5MS カラムを用いた場合、ニコチンでは 1.8 (変動係数 16%)、4-エテニルピリジンでは 2.6 (24%)、イソキノリンでは 2.1 (21%) であったのに対し、DB-17 カラムを用いた場合には、ニコチンでは 1.3 (11%)、4-エテニルピリジンでは 1.6 (14%)、イソキノリンでは 1.4 (15%) となり、測定対象とした 3 物質ともに DB-17 カラムの方が DB-5MS よりもピーク形状が鋭く良好な結果を示した。

表 4 は、上記の 2 種類のカラムを用いてニコチン及び 4-エテニルピリジンの定量下限値を求めた結果を示したものである。定量下限値は、検量線作成時の最低濃度 (ニコチン 0.59 $\mu\text{g/ml}$ 、4-エテニルピリジン 0.29 $\mu\text{g/ml}$) を用い、内部標準イソキノリンとの面積比から求めた。10 回の測定を行い得られた標準偏差の 10 倍値を定量下限値とした。表 4 から、ニコチンの定量下限値は、DB-5MS では 0.58 $\mu\text{g/ml}$ 、DB-17 では 0.29 $\mu\text{g/ml}$ となり、DB-17 の方が 2 倍程度高感度に定量できることが判った。また、4-エテニルピリジンの定量下限値

は、DB-5MS では 0.30 $\mu\text{g/ml}$ 、DB-17 では 0.28 $\mu\text{g/ml}$ となり、いずれのカラムを用いても比較的高感度に定量できることが判った。

図 2 にニコチンの各検量線を、図 3 には 4-エテニルピリジンの場合を図示した。検量線は、ニコチンは 0.59~9.4 $\mu\text{g/ml}$ 、4-エテニルピリジンは 0.29~4.7 $\mu\text{g/ml}$ の濃度範囲でそれぞれ 5 段階の濃度の溶液を調製し、10 回測定を行って求めた。これらの図から、各検量線の相関係数 r は、ニコチン、4-エテニルピリジンともに、いずれのカラムにおいても 0.999 以上の高い値を示し、直線性の良好な相関関係が認められた。

図 4 は、たばこ煙中のニコチン及び 4-エテニルピリジン濃度測定結果を示したものである。たばこはマイルドセブン (表示タール量 10mg、ニコチン量 0.8mg) を用い、ISO 法に準拠して 5 本相当量/1 試料とし、1 箱分に相当する 20 本相当量/4 試料を分析に供した。分析には、DB-17 カラムを用いた。図 4 から、ニコチンは主流煙のガス状成分を除く 3 試料で検出されたのに対し、4-エテニルピリジンは副流煙のガス状成分のみに検出された。主流煙のニコチン濃度では粒子状成分のみで 0.94mg とパッケージ表示値 (0.8mg) と同程度か若干高めであったが、副流煙のそれは粒子状成分だけで 2.41mg、ガス状成分を加えると 3.15mg となり主流煙の 2.5~3 倍の量が副流煙に含まれていることが判った。4-エテニルピリジンは、主流煙では粒子・ガス状成分ともに定量下限以下であったが、副流煙ではガス状成分のみで検出され、その発生量は 0.30mg/本であった。

D. 考察

ニコチン分析に用いる GC/MS 分析用カラムの最適条件を求めることを目的として、極性の異なる 2 種類のカラムを用い、ピーク形状や検出感度などについて比較検討を行った。クロマトピークの形状はベル型の正規分布形状が理想とされ、その目安としてピーク形状の非対称性を数値化した Asymmetry factor (ASF) や Tailing factor などが用いられている。今回は ASF を指標として、微極性の DB-5MS と中極性の DB-17 の両カラムの比較を行った。国際純正応用化学連合で

はASFを「ピークの頂点から基線に垂線を下ろしたとき、下から10%高さの位置におけるピーク幅を、垂線によって分割された後半の線分の長さを前半のそれで除した値」と定義されている。数値が1に近いほど対称性の良いピーク形状であることを示し、米国EPAの基準では0.8~2.0の範囲内あることが推奨されている。測定対象とした3物質(ニコチン、4-エテニルピリジン、イソキノリン)ともにDB-17カラムはEPAの基準を満たしており、DB-5MSよりも良好な結果を示した。また検出感度の面でも、定量下限値や検量線の比較検討結果から、両カラムとも比較的高感度に分析できることが判ったが、ニコチンの定量下限値は、DB-5MSよりもDB-17の方が1/2程度となり、高感度に定量できることなどから、総合的に判定してDB-17の方が適していることが示唆された。

このDB-17カラムを用いてたばこ煙(主流煙及び副流煙)中のニコチン及び4-エテニルピリジンの同時分析を行ったところ、ニコチンは主流煙のガス状成分を除く3試料で検出されたのに対し、4-エテニルピリジンは副流煙のガス状成分のみで検出された。今回の分析結果から、4-エテニルピリジンはニコチンよりも含有量が低く主にガス相中に存在することが示唆され、今後これらの指標物質を併用してETSの影響を調べる場合、ガス状成分の捕集方法や捕集量にも留意する必要があると考えられる。またニコチンは主流煙のガス状成分からは検出されなかったが、副流煙のガス状成分では主流煙の粒子状成分に匹敵する濃度が検出されており、通常の粒子状成分の採取ばかりでなく、ガス状成分を採取し分析する必要があることが示唆された。

E. 結論

がんリスクの低減対策に利用可能な曝露マーカー測定法に関する研究の一環として、環境たばこ煙(ETS)の受動喫煙マーカーとなるニコチンや4-エテニルピリジンのGC/MS分析のカラムについて検討を行った。分析対象成分が極性物質であることから、微極性のDB-5MSと中極性のDB-17を用いて比較検討した結果、ピーク形状や検出感度などを総合的に判断するとDB-17カラム

の方がDB-5MSよりも適していることが明らかとなった。このDB-17カラムを用いてたばこ煙試料を分析した結果、ニコチンは主流煙のガス状成分を除く3試料で検出されたのに対し、4-エテニルピリジンは副流煙のガス状成分のみに検出された。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 影山志保、中島大介、山本貴士、峯木 茂、遠藤 治、高木敬彦、光崎研一、後藤純雄：植物質土壌改良剤の変異原性検索：環境化学 16(1) 43-49 (2006)
- 2) 大森清美、中島大介、江副優香、森 康明、伏脇裕一、遠藤 治、武田 健、後藤純雄：粒径別に分級採取した空気浮遊粒子の発がんプロモーション活性：環境化学 16(1) 119-123 (2006)
- 3) Daisuke Nakajima, Tin Tin Win Shwe, Masaki Kakeyama, Hidekazu Fujimaki, Sumio Goto：Determination of Toluene in Brain of Freely Moving Mice using Solid-Phase Microextraction Technique：NeuroToxicology, 27(4) 615-618 (2006).
- 4) Takafumi Yamaguchi, Daisuke Nakajima, Yuka Ezoe, Hidekazu Fujimaki, Keiichi Arashidani and Sumio Goto：Measurement of Volatile Organic Compounds (VOCs) in New Residential Buildings and Their Surroundings and VOC Behavior Over Time：J. UOEH 28(1) 13-27 (2006)
- 5) Daisuke Nakajima, Shin Asada, Shiho Kageyama, Takashi Yamamoto, Hidetoshi Kuramochi, Noriho Tanaka, Ken Takeda and Sumio Goto：Activity Related to Carcinogenicity of Plastic Additives in the Benzophenone Group J. UOEH 28(2) 143-156 (2006)
- 6) Daisuke Nakajima, Ruri Ishii, Shiho Kageyama, Yoshiki Onji, Shigeru Mineki, Nobuhisa Morooka, Kosuke Takatori and Sumio Goto：Genotoxicity of Microbial Volatile Organic Compounds：Journal of

Health Science, 52(2) 148-153 (2006)

- 7) 滝口 裕、津田 紋、吉川沙央里、中島大介、後藤純雄、小野寺祐夫：水中における酸化防止剤 (BHA, BHT) と塩素との反応及び生成物の変位原性試験：環境化学 16(2) 219-228(2006)
- 8) Sukeo Onodera, Tomoko Hayashi, Tomoyo Fujiyama, Tsunehiro Oh-i, Yasuaki Mori, Minoru Kuwahara, Yuka Ezoe, Daisuke Nakajima and Sumio Goto : TLC Fractionation and Characterization of Ames Mutagenic Substances in Chlorine-treated 4-methylphenol Solution in the Presence of Bromide Ion : Journal of Environmental Chemistry 16(2) 229-237(2006)
- 9) Rumiko Murayama, Sumio Goto, Daisuke Nakajima, Hidekazu Fujimaki, Ikuo Watanabe, Keiichi Arashidani and Iwao Uchiyama : Measurements of Exposure Concentrations of Benzene, Toluene and Xylene and Amounts of Respiratory Uptake : J. UOEH 28(2) 173-183 (2006)
- 10) Hidetoshi Kuramotochi, Daisuke Nakajima, Sumio Goto and Katsuya Kawamoto, Kouji Maeda : Water Solubility of Solid Solution of Phenanthrene and Anthracene Mixture : Polycyclic Aromatic Compounds 26(4) 299-312 (2006)
- 11) 柴野一則、吉澤秀治、後藤純雄、小川 游、矢島博文：超微細化天然繊維を接着剤とした炭化物ボードの機械的特性：Material Technology 24 (3) 131-137 (2006)

2. 学会発表

- 1) Endo O, Koyano M, Watanabe I, Sugita K, Yamashita N, Nakajima D, Goto S. Perfluorooctane sulfonate (PFOS) and Perfluorooctanoic acid (PFOA) levels in urban airborne particles - Long term trends in Tokyo in the 1980s, 1990s and 2000s. 26th International Symposium on

Halogenated Persistent Organic Pollutants, 2006 August, Oslo.

- 2) 松本真理子、杉田和俊、小谷野道子、遠藤治、後藤純雄、鈴木元. ニコチン分析に用いる GC/MS カラムの比較検討. 平成 18 年度室内環境学会総会・研究発表会, 2006 年 11 月, 東京.
- 3) 川上由紀子、中島大介、杉田和俊、峯木茂、白石不二雄、鈴木規之、高木敬彦、遠藤治、後藤純雄. 半揮発性 PAH 類抽出溶液の濃縮法について. 平成 18 年度室内環境学会総会・研究発表会, 2006 年 11 月, 東京.

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

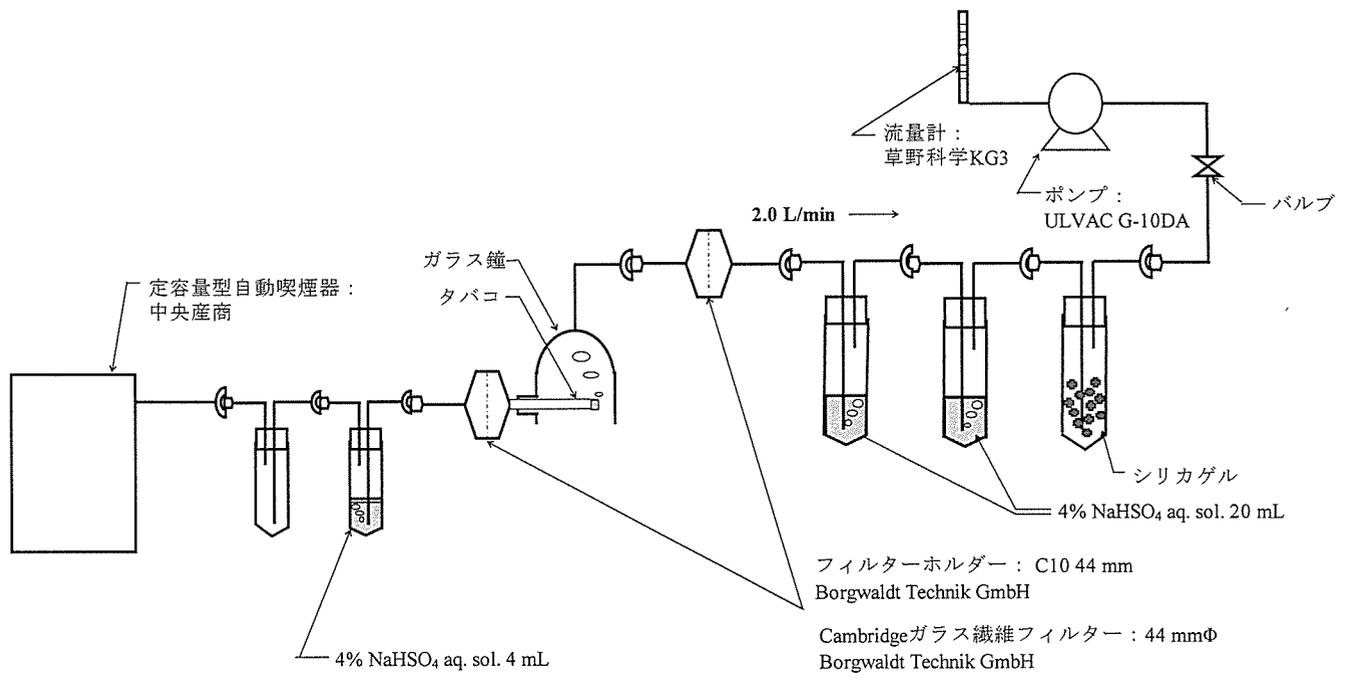


図1 たばこ煙の捕集方法

表 1. GC/MS 分析で比較試験に用いたカラム

	DB-5MS	DB-17
製造元	J&W Scientific	J&W Scientific
形状	30 m×0.25 mm I.D.×0.1 μm	30 m×0.25 mm I.D.×0.25 μm
液相	5 %フェニル、95 %メチル	50 %フェニル、50 %メチル
極性	微極性	中極性

表 2. GC/MS 装置及び分析条件

GC	HEWLETT PACKARD HP 6890
MS	Agilent 5975 inert/N
キャリアガス	He 1.0 ml/min
昇温条件	50 °C (2 分保持) → (15 °C/分) → 200 °C → (5 °C/分) → 280 °C (5 分保持)
注入口温度	250 °C Splitless 注入
イオン源温度	230 °C
トランスファーライン温度	280 °C
イオン化法	EI mode
イオン化電圧	70 eV
質量分析計モード	選択イオンモード (SIM mode)
測定質量 (m/z)	ニコチン: 84, 161 4-エテニルピリジン: 78, 105 イソキノリン: 129
注入量	1 μl

表3. GC/MS 用カラム DB-5MS と DB-17 における各成分の asymmetry factor

No.	ニコチン		4-エテニルピリジン		イソキノリン	
	DB-5MS	DB-17	DB-5MS	DB-17	DB-5MS	DB-17
1	2.0	0.91	3.1	1.8	1.6	1.0
2	1.3	1.2	3.4	1.5	2.0	1.4
3	1.3	1.4	2.3	1.6	1.9	1.3
4	1.7	1.3	1.9	1.5	1.9	1.5
5	2.0	1.3	3.3	1.7	1.5	1.4
6	1.8	1.4	1.6	2.0	2.7	1.6
7	2.0	1.3	3.4	1.4	2.5	1.3
8	2.0	1.3	2.5	1.5	2.7	1.5
9	2.0	1.3	2.1	1.3	2.6	1.8
10	1.9	1.2	2.7	1.3	2.0	1.5
平均	1.8	1.3	2.6	1.6	2.1	1.4
標準偏差	0.3	0.1	0.6	0.2	0.4	0.2
変動係数(%)	16	11	24	14	21	15

※ ニコチン及びイソキノリンでは、標準溶液 2.6 µg/ml を、4-エテニルピリジンでは標準溶液 4.7 µg/ml を用いて得られた各ピークを用いて検討した。

表4. GC/MS カラム DB-5MS 及び DB-17 によるニコチン及び 4-エテニルピリジンの定量下限値

No.	ニコチン		4-エテニルピリジン	
	DB-5MS	DB-17	DB-5MS	DB-17
1	0.27	0.29	0.16	0.13
2	0.24	0.29	0.13	0.15
3	0.28	0.29	0.15	0.14
4	0.28	0.29	0.13	0.12
5	0.30	0.29	0.14	0.15
6	0.31	0.29	0.17	0.13
7	0.29	0.29	0.15	0.14
8	0.29	0.30	0.15	0.13
9	0.28	0.29	0.13	0.13
10	0.27	0.30	0.16	0.14
平均	0.28	0.29	0.15	0.14
標準偏差 σ	0.02	0.01	0.01	0.01
10 σ	0.18	0.05	0.13	0.11
定量下限値 (µg/ml)	0.58	0.29	0.30	0.28

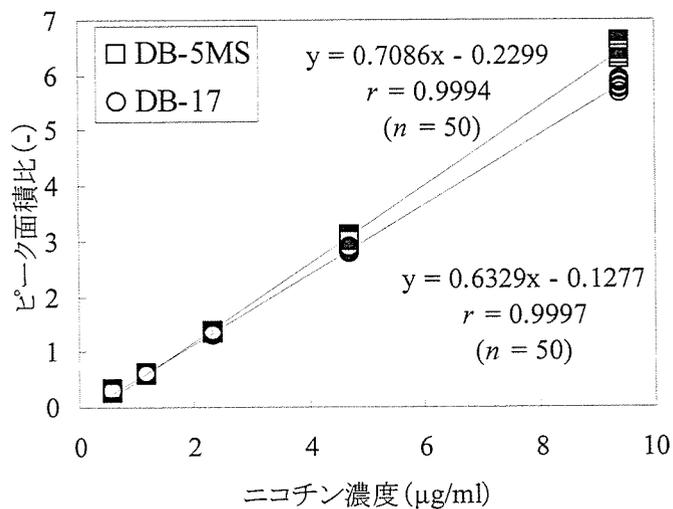


図 2. ニコチンの検量線

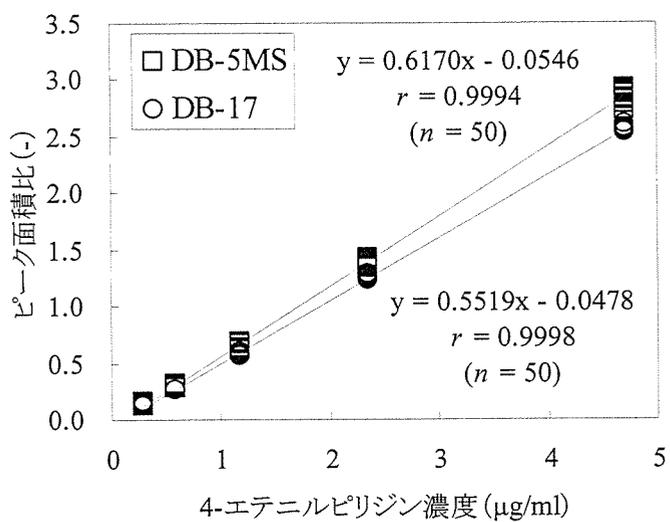


図 3. 4-エテニルピリジンの検量線

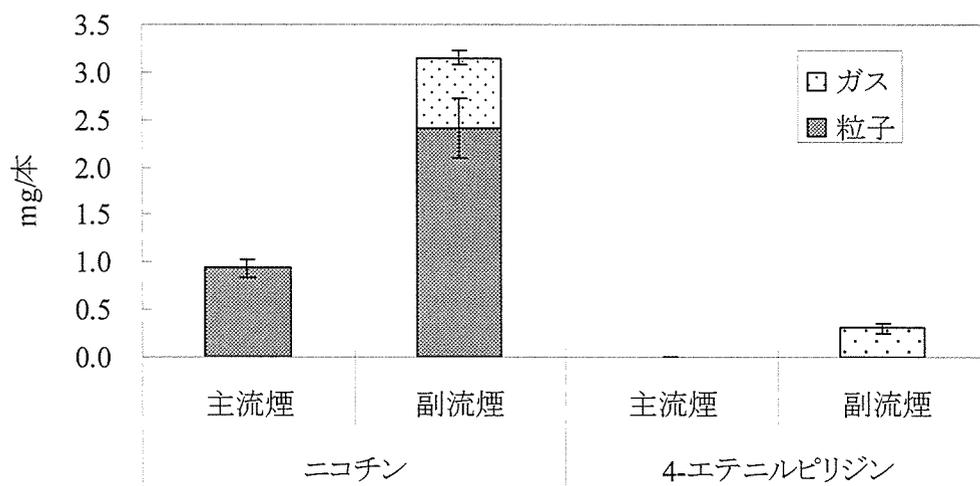


図4. たばこ (マイルドセブン) 煙中のニコチン及び4-エテニルピリジン濃度

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
大森清美、中島大介、 江副優香、森康明、伏 脇祐一、 <u>遠藤治</u> 、武田 健、 <u>後藤純雄</u>	粒径別に分級採取した空気浮 遊粒子の発がんプロモーショ ン活性	環境化学	16	119-123	2006
松本真理子、杉田和 俊、小谷野道子、 <u>遠藤 治</u> 、 <u>後藤純雄</u> 、 <u>鈴木元</u>	ニコチン分析に用いる GC/MS カラムの比較検討	室内環境学会誌	9	48-49	2006
Kuramotochi H, Nakajima D, <u>Goto S</u> , Kawamoto K, Maeda K	Water Solubility of Solid Solution of Phenanthrene and Anthracene Mixture	Polycyclic Aromatic Compounds	26	299-312	2006
藤田博子、池田浩丈、 米倉明、 <u>遠藤治</u> 、 <u>鈴木 元</u>	海上自衛隊における分煙効果 に関する研究—自衛隊関連施 設でのニコチンおよび多環芳 香族炭化水素の測定—	防衛衛生（投稿 中）			