

細菌濃度が低く、真菌濃度が同程度であった（東京1）。また、後述するが、給気濃度は何れも検出されないほど低かったことから、上記の濃度差は季節というよりも、居住者の活動によるものと推察される。何れにしても、測定対象室内浮遊細菌と浮遊真菌濃度は日本建築学会環境基準 AIJES-A002-2005(オフィス管理規準:細菌 500cfu/m³, 真菌:50cfu/m³)を満足している。

一方、室内浮遊細菌濃度は空調開始直後下がったが、その後在室者数に関連して上下するように見受けられる。これに対して、室内浮遊真菌濃度は、空調運転開始に伴って下がり、その後低い濃度のままで維持されている。

表 3.2.6 室内浮遊微生物の濃度範囲 [cfu/m³]

		細菌	真菌
東京1	冷房期	50～200	0～50
	暖房期	10～40	0～10
東京2		10～90	0～20

②測定箇所別の浮遊細菌濃度

細菌については、濃度の低い給気に比べ、室内の濃度は高くなっている。真菌については、給気中と室内の何れにおいても低い濃度を示した。これらのことから、室内浮遊細菌の発生源は主に在室者、浮遊真菌の発生源は外気にあることが推察された。

また、給気中の浮遊細菌濃度、浮遊真菌濃度が非常に低くなっていることから、殆どの浮遊細菌と浮遊真菌がエアフィルタによって除去されたことが分かった。

③浮遊細菌の種類

濃度の高い順に球菌、芽胞菌となっているが、桿菌は殆ど検出されなかった。また、総細菌数と球菌数の関係を求めたところ、両者に有意な相関関係があることが明らかになった。測定時期、対象室によって異なるものの、球菌が総細菌の60～95%を占めていることが明らかになった。

④浮遊真菌の種類

外気中に *Cladosporium* 属菌, *Penicillium* 属菌, *Aspergillus* 属菌, *Fusarium* 属菌, *Alternaria* 属菌, *Yeast* が検出された。中には特に *Cladosporium* が多かった。外気中の上記真菌に比べ、給気中の浮遊真菌濃度は遙かに低くなっていることから、殆どの真菌が中性能エアフィルタによって除去されたことが分かった。

⑤浮遊細菌と浮遊真菌の粒度分布

アンダーセンサンプラによる浮遊微生物粒度分布の測定結果から、浮遊細菌については一定した傾向が見られなかったが、浮遊真菌については、第2～4段、即ち、2.1～7.0 μm（第3段の3.3～4.7 μmを中心とした分布）の真菌が検出された。

⑥測定機器の比較

MBS-1000とアンダーセンサンプラによる浮遊細菌と浮遊真菌の測定結果を比較すると、浮遊細菌と浮遊真菌において、ともに有意な相関関係が認められた。細菌についてはMBS-1000の測定値がアンダーセンサンプラの約50%、真菌については約85%であることが読み取れる。これは、両者間の捕集性能に関わるものとして考えられ、今後更なるデータの蓄積が必要である。

⑦浮遊粒子と浮遊微生物の関係

MBS-1000による浮遊細菌、浮遊真菌濃度の測定結果と、同時に行ったアンダーセンサンプラによる $1\mu\text{m}$ 以上の浮遊粒子濃度の測定結果を比較してみた。両者間に有意な相関関係が認められなかったが、一部のデータを除けば、浮遊粒子が多くなれば、浮遊細菌または浮遊真菌数も多くなる傾向が見られた。

(3)まとめ

- ① 室内浮遊細菌、真菌濃度は測定日または対象室によって異なるものの、何れも日本建築学会環境基準（AIJES-A002-2005）を満足した。
- ② 外気中の浮遊細菌、真菌がほぼ中性能エアフィルタによって除去された。また、室内浮遊細菌の主な発生源は在室者であるのに対して、室内浮遊真菌の主な発生源は屋外にある。
- ③ 室内浮遊細菌には約60～95%が球菌であることが明らかになった。また、室内浮遊真菌については、*Cladosporium*属菌、*Penicillium*属、*Aspergillus*属などが検出された。
- ④ 外気中の浮遊細菌は一定した粒度分布が見られなかったが、浮遊真菌の粒径（空気力学径）範囲は $2.1\sim 7.0\mu\text{m}$ であった。
- ⑤ 本研究に用いた2種類の測定器から得られた結果の間に大きな差（特に細菌に対して）が見られた。

3.2.4 化学物質の実測調査結果

16年度に引き続き特定建築物におけるホルムアルデヒド、その他のカルボニル化合物及び揮発性有機化合物(VOCs)の測定を行った。調査建物は、東京1及び東京2建物の2物件である。

昨年までの知見として、建築物衛生法によるホルムアルデヒドの基準値及び厚生労働省による各化学物質の室内濃度指針値を超過することはなかったこと、また空調・非空調時では異なり、空調を停止することにより、各物質の濃度の上昇が認められていた。

17年度は、これらを踏まえて、東京1における夏、秋、冬期における主に空調時における室内濃度の調査及び東京2においても昨年同様の精密調査の一環として、化学物質の濃度測定を行った。また、自動連続測定器の建築物内の環境測定の適用可能性を目的として、ホルムアルデヒドの連続測定器及びトルエン、キシレンなどの単体のVOC及びTVOCが計測できるモニタ装置についても、実際に計測を行い、室内での濃度の挙動及び精密法との違いについて、検討を行った。

(1)測定・分析方法

ホルムアルデヒド及び VOCs については、アクティブサンプリングを行い、精密法により分析を行った。捕集は、他の測定項目と同様に室内及び外気で行った。東京 1 においては、夏期、中間期、冬期に測定を行ったが、夏期には、カルボニル化合物については経時変化を、VOCs については、空調時 14 時のみのダブルサンプリングを行った。中間期については、カルボニル化合物は測定時期については、非空調時の午前 2 時より経時変化を、VOCs については空調時 14 時に捕集を行った。冬期については空調時の 10 時及び 14 時にそれぞれ捕集を行った。

また、モニタ装置を使用した測定では、東京 1 の夏期には、下記に示すホルムアルデヒド濃度測定器と VOC モニタを使用した。また、冬期の東京 1 及び東京 2 においては、ホルムアルデヒドモニタのみを用いた。

(2)結果および考察

東京 1 における夏期のテトラデカン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルについては、今回の実測では検出されなかった。ホルムアルデヒドについては、室内 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下で推移しており、非空調時の午前 2 時を最大濃度として、減少する傾向にあることがわかる。外気については、 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ で安定して低い値で推移している。なお、アセトアルデヒドについては、全体的にばらつきが大きく濃度も高いものがあるが、ここで使用したカルボニル化合物の捕集に使用した DNPH カートリッジの保管状況が悪かったことが考えられる。以下の測定では、新しいカートリッジを使用している。VOCs については、14 時のデータのみであるが、全て室内濃度指針値を下回っていること、外気よりも室内の方が濃度の高い状況は、今までの報告と同様である。ここでは、ダブルサンプリングを行っているが、これらの物質については、同時刻・同捕集量で、同条件で分析を行うと、両者とも値は近いものとなることが分かる。

東京 1 における中間期のホルムアルデヒドの室内濃度については、若干濃度が高く、夏期と同様に夜中から時間と共に減少する傾向が見られた。VOCs についても、Ethylbenzen, Xylene, Styrene については、夏期よりも若干濃度が高いものの、同程度であると考えられる。

東京 1 における冬期の室内のアセトアルデヒドの濃度が高めに出ているが、その他の物質については同レベルと考えられる。

VOCs 濃度の季節な変化の要因として、外気濃度の変動、室内の温度変化による発生量の変化及び空調条件の変化などが挙げられる。指針値に挙げられている個々の物質では違いは確認されなかったが、TVOC 濃度で見ると、冬期が $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ と厚生労働省の暫定目標値程度で、比較的高い値となっている。外気については、 $50\text{-}80\mu\text{g}/\text{m}^3$ と安定していることから、室内での発生、または空調機の状態による換気の影響によるものと推測される。なお、今回行った中間期では、冷房運転を行っており、厳密に空調機からみて中間期とはなっていない。

東京 2 における中間期のホルムアルデヒドについては、上記と同様に非空調時の濃度よりも空調時の濃度の方が低い値で安定したものとなった。また、VOCs についても指針値を超過する物質はなく、Xylene を除いては同様に低い値となった。どの物質についても、

10時よりも14時の方が低い傾向となっており、換気の影響などが考えられる。

VOC モニタでは、トルエン他の物質についても計測することが可能であるが、今回の濃度レベルでは全て ND であった。値としては、ホルムアルデヒド、TVOC 共に、精密法よりも若干高い値となった。また、精密法では空調時、時間と共に減少する傾向にあったものの、モニタ装置による測定では上昇する傾向となった。どちらも空調時の濃度を比較すると、モニタ装置については若干高い値を示した。それぞれの建物における経時変化の傾向としては、東京 1 については、空調時に高くなる傾向、東京 2 については、非空調時に高くなる傾向となり違いが見られた。ホルムアルデヒド及び TVOC 濃度については、オーダー的には精密法と一致しているものの、トルエンなど個々の物質については、今回の数十 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度レベルでも、定量値として 0 となり、検出することができないことが分かった。

3.2.5 粒子状物質の組成分析

(1) ICP-MS による粒子状物質の金属組成分析

① 捕集条件

シウタスカスケードインパクター (SKC 製) を用いて、9L/min の流量で 8 時間 (4320L) の空気を捕集した。捕集に用いるフィルターは恒量を確認したものをを用い、捕集後再度恒量を確認し、捕集された粒子の重量を求めた。

② 前処理および分析条件

フィルター上に捕集された粒子状物質を、高純度の酸で溶出した後、希硝酸溶液として誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) 測定を行なった。

③ 測定結果及び考察

アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルミニウム族は、空気中濃度、粒子中濃度いずれにおいても、粒径が大きい方の濃度が高く、この傾向はいずれの季節およびビルの測定結果にも共通していた。

各ステージおよびバックアップフィルター上の絶対量を総じて「捕集金属総量」として表 3.2.7 に示す。夏期は室内の方が捕集金属総量が多かったが、夏期以外は室内の方が低かった。

表 3.2.7 金属捕集総量

単位：ng

	室内	外気
東京 1 (夏期)	7600	1600
東京 1 (中間期)	1800	8000
東京 1 (冬期)	2600	6000
東京 2	5200	12000

各測定において、フィルター A~D およびバックアップフィルター分析値合量の室内外比 (I/O 比) が 1 以上の元素 (室内の方が濃度が高く検出される) を抜粋したものを表 3.2.8 に示す。I/O 比が 1 以上を示すものはほとんどが遷移元素であった。また、空気濃度の I/O

比は 1 未満でも、粒子濃度になると 1 を超える場合が多かった。

表 3.2.8 各測定における室内外比（比が 1 以上の元素を抜粋）

元素	東京 1 夏期		東京 1 中間期		東京 1 冬期		東京 2 ビル	
	空気濃	粒子濃	空気濃	粒子濃	空 気	粒 子	空 気	粒 子
Al	0.67	1.3	0.58	0.96	0.7	1.5	1.1	2.7
Sc	0.22	0.42	1.2	2.0	1.9	4.3	0.23	0.57
Cr	2.7	5.1	-	-	1.2	2.7	1.9	4.8
Co	0.68	1.3	1.3	2.1	0.75	1.7	3.4	8.3
Ni	4.8	9.0	0.61	1.0	1.9	4.1	3.1	7.5
Cu	0.61	1.2	0.96	1.6	0.46	1.0	1.2	2.8
Zn	0.76	1.4	0.34	0.56	0.46	1.0	0.48	1.2
Pd	0.84	1.6	1.2	1.9	1.6	3.6	0.87	
Ag	2.0	3.7	0.49	0.81	1.1	2.4	0.23	2.1
Sn	0.54	1.0	2.3	3.7	0.50	26	0.33	0.82
Cs	0.92	1.7	0.29	0.47	1.0	2.3	0.03	0.07
Pb	1.1	2.2	0.25	0.41	2.3	1.3	0.30	0.73

* 空気濃度の I/O 比は、捕集フィルター上の金属絶対量の測定値を捕集空気量で除した「空気濃度」を室内外で比べたもの。

* 粒子濃度の I/O 比は捕集フィルター上の金属絶対量の測定値を捕集された粒子の重量で除した「粒子濃度」を室内外でくらべたもの。

3.3 喫煙室における汚染実態調査

(1)測定項目

測定概要（測定建物名、測定時間、測定日、測定時天気、喫煙エリア・非喫煙エリア測定場所）については表 3.3.1、測定項目の詳細については表 3.3.2 に示す。

表 3.3.1 測定概要

測定建物名	測定時間	測定日	測定時 天気	喫煙エリア 測定場所	非喫煙エリア 測定場所
A	11:00～15:00	2005/10/11	曇り	リフレッシュルーム	廊下
B	11:00～15:00	2005/10/13	晴れ	喫煙室	禁煙ロビー
C	11:00～15:00	2005/10/31	晴れ	リフレッシュルーム	事務室
D	11:00～15:00	2005/11/1	晴れ	渡り廊下	廊下
E	11:00～15:00	2005/11/2	晴れ	事務室	EVホール

表 3.3.2 測定項目の詳細

測定対象物質名		測定機器/捕集剤	測定項目
浮遊粒子状物質 (SPM)	質量濃度	デジタル粉じん計	1分間の測定を連続240回
	粒径別個数濃度	LPC	2.83L (=1分) の測定を連続240回
		WPS	3分の測定を連続78回
ガス状物質	ニコチン	XAD-4	4時間の連続測定1回
	3-EP		
	その他のVOC	Tenax TA	4時間の連続測定1回
	臭気濃度	ニオイセンサ	1分間の測定を連続240回※
その他	温湿度	温湿度計	1分間の測定を連続240回
	風速	風速計	喫煙箇所と被喫煙箇所の境目において、高さh=60,120,180mmの位置で測定

※但し、建物Bの喫煙箇所においてのみ3分間の連続測定を47回行っている。

(2)測定対象室

測定対象建物として、5種類の異なる分煙方式を行っている事務所ビルにて測定を行った。その中の喫煙箇所と非喫煙箇所の2ヶ所において測定を行った。喫煙箇所は通常事務所の居住者が喫煙場所として指定されているエリアとし、非喫煙箇所はそのエリアの境目から5m以上離れたエリアとして測定を行った。本論文では、それぞれの測定機器を置いている場所を「測定箇所」とし、測定を行っている各々の建物における空間を「喫煙エリア」「非喫煙エリア」とする。

調査対象建物の概要（測定建物名、喫煙エリア・非喫煙エリアの測定場所、延べ床面積）については、表 3.3.3 に示す通りである。

表 3.3.3 測定対象建物の概要

測定建物名	測定場所		述べ床面積 [m ³]	
	喫煙エリア	非喫煙エリア	喫煙エリア	測定対象建物
A	リフレッシュルーム	廊下	27.3	14,437
B	喫煙室	禁煙ロビー	24.5	26,230
C	リフレッシュルーム	事務室	29.8	5,808
D	渡り廊下	廊下	26.0	14,845
E	事務室	EVホール	260.2	7,822

(3)測定対象室の空調設備

調査対象建物の空調設備（測定室設計給気量，測定室設計外気量，空調方式（運転状況），換気の種類）については，表 3.3.4 に示す通りである。

空調方式を比較すると，建物 A・C・E では AC（個別分散型冷暖房方式）を用いており，建物 B・D では，FCU（ファンコイルユニット）を用いている。（後述の空調設備系統図参照）。喫煙箇所の設計給気量・外気取入量は，設計段階のものであり，今回の測定を行った時間帯のものとは異なる場合がある。これらの設計給気量・外気量は空調設備設計図を元に設計給気量，設計外気量の算出を行った。しかし，建物 B に関しては，空調図面を用いても，設計給気量及び外気取入量の算出を行うことが不可能であった為省略する。換気の種類に関しては，測定した全ての測定建物において第 1 種換気方式となっていた。

測定対象建物によっては分煙機や空気清浄機を設置している箇所も見られた。その機器の設置の有無，及び機種の詳細について表 3.3.5 に示す。

これ以降，AHU－空気調和機，HEX－全熱交換機，AC－パッケージエアコン，FCU－ファンコイルユニット，SS－分煙機，FU－空気清浄機，OA－外気，SA－給気，RA－還気，EA－排気を表すこととする。

表 3.3.4 空調設備

測定建物	喫煙箇所設計		空調方式		測定時の 運転状況	換気の種類
	給気量	外気取入量				
A	3,600 m ³ /h	240 m ³ /h	温熱	AC(個別分散型冷暖房方式)	ON	第1種
			換気	FE、FS(換気ファン)	ON	
B	—	—	温熱	AHU(各階ユニット方式) +FCU(ファンコイルユニット)	ON	第1種
			換気	AHUより供給+喫煙エリアを通して全排気	ON	
C	1,352 m ³ /h	200 m ³ /h	温熱	AC(個別分散型冷暖房方式)	ON	第1種
			換気	HEX(全熱交換機)+FE(換気ファン)	ON	
D	2,800 m ³ /h	300 m ³ /h	温熱	FCU(ファンコイルユニット方式)+EF(換気ファン)	ON	第1種
			換気	EF(換気ファン)	ON	
E	9,770 m ³ /h	1,433m ³ /h	温熱	AC(個別分散型冷暖房方式)	ON	第1種
			換気	HEX(全熱交換機)+EF(換気ファン)	ON	

表 3.3.5 分煙機及び空気清浄機について

測定対象建物	分煙機	空気清浄機	機種名
A	2台	—	・ KOKUYO AR-COS40 ・ TORNEX CEMJPL 1 X (想定)
B	2台	—	・ TORNEX CEMJPH 2台
C	—	—	
D	2台	2台	<分煙機> ・ ダスキン テーブル式 2台 <空気清浄機> ・ ダスキン 中型空気清浄機 2台
E	—	—	

(4)測定時の状況

測定対象建物毎に喫煙箇所での喫煙を行っていた人数や喫煙本数、喫煙エリアの利用状況など異なる点がいくつも挙げられる。以下に測定対象建物毎に測定箇所の状況や利用頻度について示す。

○A 建物

測定時間中における喫煙箇所の利用者の人数及び喫煙本数は少なかった。喫煙箇所での喫煙が行われても、一人あたり1本のみであった。喫煙箇所におけるタバコのニオイは強かったが、非喫煙箇所ではそれほどタバコのニオイを確認できなかった。

○B 建物

測定時間中に3回の時間帯に集中して喫煙が行われていた。喫煙時間は①13:34～12:45、②13:36～13:46、③14:23～14:33の3回であった。1回あたりの喫煙本数は他の測定建物と比較しても多く、喫煙時間帯に喫煙エリアを覗くと室内が煙で真っ白になっている様子が見られた。喫煙時間帯において非喫煙エリアでもタバコのニオイが確認できた。

○C 建物

喫煙時間中は常に喫煙が行なわれている状況であった。必ず2～3人いたが、室内が煙で白くなっている様子がパーティション越しに見られた。この喫煙箇所には分煙機がなかった為、喫煙者が喫煙エリア内の窓を開放して換気している様子が見られた。その一方で、非喫煙箇所ではそれほどタバコのニオイを感じなかったが、煙たいように感じられた。

○D 建物

喫煙を行う人が少なく、喫煙本数も少なかった。喫煙エリアには分煙機が設けられており、その周りには座る場所が設けられていた為、喫煙者が椅子の数(8脚)を超えることはなかった。また、ここでは喫煙箇所では煙たさを感じることはなく、タバコのニオイも他の測定建物と比較してもあまりしなかった。その一方で、非喫煙箇所ではタバコのニオイは感じられなかったが、やや煙たい状態であった。また、測定を行っていた非喫煙箇所の廊下を挟んだ向かい側にトイレがあったこと、廊下を通る人が頻繁にいたことが挙げられる。

○E 建物

この測定建物では「時間分煙」を設けていた為、事務室にて喫煙が行われていたので分煙機はなかった。また、喫煙時間中の喫煙本数は少なく、喫煙人数も少なかった。但し、この測定建物では、非喫煙エリアに繋がっている外階段に灰皿が置かれており、そこで喫煙を行っている人の姿が見られた。また、非喫煙箇所の測定はEVホールだった為、多くの人や荷物が通過していたことが挙げられる。

(5)測定結果

①風速分布

各測定対象建物における、喫煙箇所及び非喫煙箇所の境目における風速分布を境界線の床から、高さ $h=600, 1200, 1800\text{mm}$ で行った。但し、気流方向は測定を行わなかった。測定は開口部に人が行き来しない時間帯を選び、10秒測定を10回以上行い、その平均値を風速とした。測定結果については表3.3.6に示す通りである。

全体を通して、全ての高さにおいて基準値を満たしている測定建物はなく、改善が必要だと考えられる。

表 3.3.6 風速分布

測定建物	扉の開口幅	風速 [m/s]		
		h = 600 mm	1200 mm	1800 mm
A	—	0.16	0.09	0.05
B	—	0.18	0.15	0.03
C	500 mm	0.29	0.17	0.15
	600 mm	0.16	0.15	0.18
	700 mm	0.18	0.12	0.16
D	a	—	0.35	0.42
	b	—	0.10	0.13
E	a	500 mm	0.12	0.03
		600 mm	0.19	0.03
		700 mm	0.07	0.05
	b	—	0.20	0.08
	c	—	0.22	0.12

②喫煙本数

各測定建物の喫煙箇所において吸われたタバコの本数が異なっていた。煙本数が最も多いのは C 建物であり、138 本であった。

最も多く喫煙が行われていたのが 12:30 から 13:00 の時間帯であった。B 建物においては集中的に喫煙が行われていた時間のみの喫煙本数を示すが、喫煙時間②及び③においては短時間（10 分前後）の間の喫煙本数が 30 本近くあり、タバコ煙の濃度が一時的に非常に濃くなっていたことが予想される。B 建物及び C 建物では喫煙本数が多く 100 本を超えていたが、他の測定建物では 40 本未満であった。

尚、測定の際、E 建物では規定されている喫煙時間に喫煙を行った居住者の自己申告によって喫煙本数が明らかとなった為、他の時間帯に喫煙が行われていたとしても、それらの本数については不明である。

③浮遊粒子状物質（質量濃度）

デジタル粉じん計を用いて喫煙箇所及び非喫煙箇所にて測定された測定結果を比較し、相互に空気の漏れが見られるかどうかを検討する。詳細については図 3.3.1 に示す通りである。また、それぞれの測定対象建物で得られた測定時間中の平均値を用いて SPM 質量濃度を求めた。それらの測定結果を表 3.3.7 に示す。また、建物 B、E に関しては喫煙が行われていた時間だけの質量濃度も求めた。それらの測定結果を表 3.3.8 に示す。但し、今回の測定では質量換算係数 $k=0.0013\text{mg}/\text{m}^3/\text{CPM}$ として計算を行い、質量濃度を算出した。

a.濃度変動による各測定建物の違い

A 建物では喫煙が行われたと思われる時のみ喫煙箇所にて高い値を示すが、非喫煙箇所では異なる濃度変化を示しており、安定して低い数値を示している。また、喫煙が行われていない時は両エリアとも低い濃度を示していることがわかる。

B 建物では 3 回集中的に喫煙が行われていた。その喫煙時間の中に 1200cpm まで達し

ており、短時間の間に高い濃度に達していたことがわかる。また喫煙箇所でも濃度が高くなった時に非喫煙箇所でも引っ張られるようにして濃度が高くなっている。

C 建物でも最高値が 1100cpm を超えており、高い濃度を示していることが読み取れる。測定時間のうち前半は喫煙箇所につられて非喫煙箇所でも濃度が高くなっているが、後半では非喫煙箇所の濃度が全く喫煙箇所の濃度に影響されていないことがわかる。

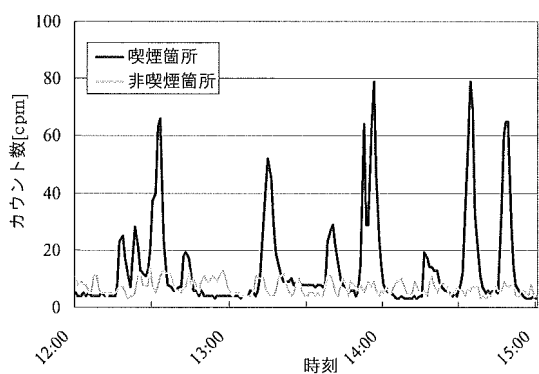
D 建物では非喫煙箇所の測定値が喫煙箇所の測定値に影響して同じ変化を見せている。また、喫煙箇所と非喫煙箇所での濃度差が小さいこと、非喫煙箇所での濃度が喫煙箇所と比較して高いことが挙げられる。

E 建物では、喫煙時間が 12 時から 13 時の間であった為、12 時を過ぎてから喫煙箇所の濃度が一気に高くなっていることがわかる。それに引っ張られるようにして非喫煙箇所でも同じ濃度変化を示している。

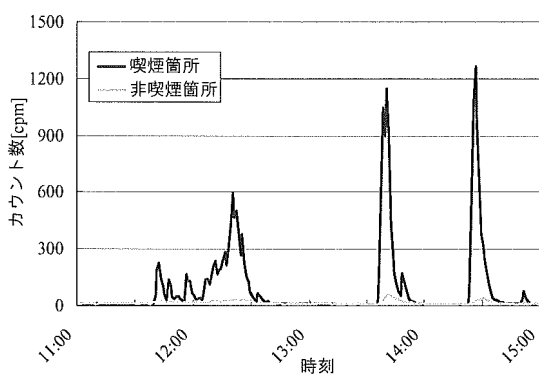
b. 質量濃度による各測定建物における両エリアの比較

非喫煙箇所に対する喫煙箇所の濃度の割合を「濃度比率」として表中に示している。各測定建物における質量濃度の測定結果を見ると、建物 C では喫煙箇所でも非喫煙箇所でも基準を満たしていることが見て取れる。よって、建物 C の喫煙箇所では非常に高い濃度を示していることがわかる。しかし、濃度比率から、非喫煙箇所にはタバコ煙が流出するのを防いでいないことがわかる。その次に B 建物が高い濃度比率を示している。この 2 つの測定建物では質量濃度の観点においては分煙効果が高いと考えられる。

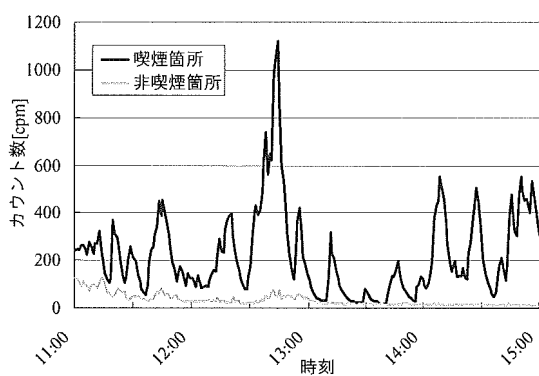
また、表 3.3.8 より、喫煙時間の時に測定された建物 B、E の質量濃度は、測定時間中の平均値よりも高い数値を示していることが読み取れる。特に B 建物では喫煙時間の濃度比率は、喫煙時間①では 7、喫煙時間②では 14、喫煙時間③では 20 近い値を示していることがわかる。非喫煙箇所では喫煙箇所ほど高い数値を示していない為、濃度が高くなるほど分煙効果が高いのではないかと考えられる。



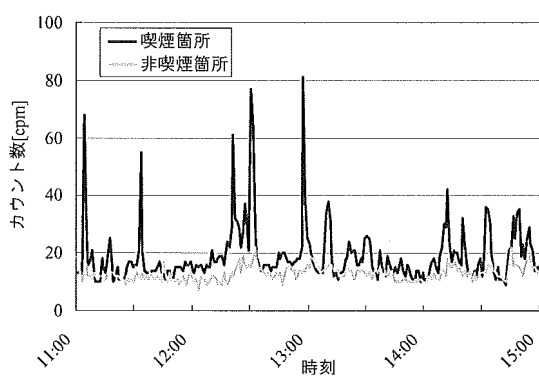
1) A 建物



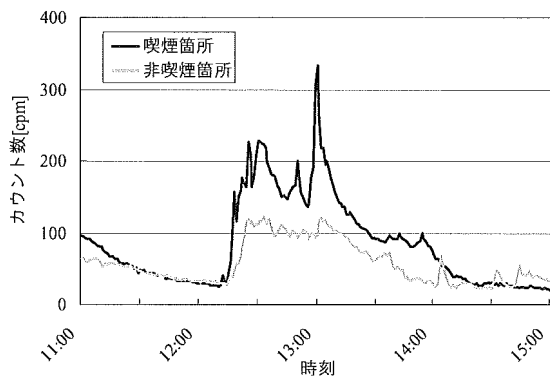
2) B 建物



3) C 建物



4) D 建物



5) E 建物

図 3.3.1 建物毎の SPM 質量濃度変化

表 3.3.7 測定建物別 SPM 質量濃度測定結果

調査建物名	測定対象時間	測定時間中の平均値		質量濃度		
		喫煙箇所 [cpm]	非喫煙箇所 [cpm]	喫煙箇所 [mg/m ³]	非喫煙箇所 [mg/m ³]	濃度比率
A	12-15時	14.08	6.93	0.0183	0.0090	2.03
B	11-15時	92.62	14.10	0.1204	0.0183	6.57
C	11-15時	224.46	32.18	0.2918	0.0418	6.97
D	11-15時	18.95	12.88	0.0246	0.0167	1.47
E	11-15時	85.0	57.3	0.1105	0.0744	1.48

※質量換算係数 $k=0.0013\text{mg/m}^3/\text{CPM}$ として計算を行った。

表 3.3.8 喫煙時間における SPM 質量濃度測定結果

a) B 建物について

喫煙時間	喫煙時間	測定時間中の平均値		質量濃度		
		喫煙箇所 [cpm]	非喫煙箇所 [cpm]	喫煙箇所 [mg/m ³]	非喫煙箇所 [mg/m ³]	濃度比率
①	11:34-12:45	120.4	17.3	0.157	0.022	6.97
②	13:36-13:46	532.4	38.0	0.692	0.049	14.01
③	14:23-14:33	528.7	27.3	0.687	0.035	19.39

※質量換算係数 $k=0.0013\text{mg/m}^3/\text{CPM}$ として計算を行った。

b) E 建物について

喫煙時間	喫煙時間	測定時間中の平均値		質量濃度		
		喫煙箇所 [cpm]	非喫煙箇所 [cpm]	喫煙箇所 [mg/m ³]	非喫煙箇所 [mg/m ³]	濃度比率
	12-13時	138.5	80.0	0.180	0.104	1.73

※質量換算係数 $k=0.0013\text{mg/m}^3/\text{CPM}$ として計算を行った。

④浮遊粒子状物質（個数濃度）

○A 建物

喫煙箇所及び非喫煙箇所では基本的に低い濃度を安定して示しているが、喫煙箇所では喫煙が行われた時だけ喫煙箇所の濃度が高くなっている。

また、 $>0.3\mu\text{m}$ では喫煙箇所と非喫煙箇所の個数濃度にはっきりと差が表れているが、粒径区分が大きくなるに従って、喫煙箇所と非喫煙箇所の差が小さくなっていることが読み取れる。これは元々の個数濃度が低いからと考えられる。

○B 建物

この測定建物では、喫煙時間が集中的に3つの時間帯に行われていた。測定結果にその様子が表れている。喫煙箇所では濃度が高くなると、それに引っ張られるような形で、数分後には非喫煙箇所でも濃度が高くなっている。1回1回の喫煙時間あたりの濃度は高く、2回目の休憩では 1.1×10^7 [個/L]以上を示している。

また、1回ピークを形成した後、約15分後には元通りの低い濃度に戻ることが読み取れる。但し、 >0.5 、 $>0.7\mu\text{m}$ と粒径区分が大きくなると、1回の喫煙時間が終わった後に再び濃度が高くなった時の濃度が徐々に高い数値を示していることが読み取れる。

○C 建物

$>0.3\mu\text{m}$ のグラフを見ると、喫煙箇所では測定された個数濃度があまりにも多いため、非喫煙箇所の個数濃度変化は潰れてしまい、全く変化を判別することができない。この時、最高値は $>0.3\mu\text{m}$ の時に 7.0×10^8 [個/L]を超えている。よって、両エリアの濃度差が大きいことが読み取れる。

喫煙箇所と非喫煙箇所の濃度変化の違いを比較すると、13時頃までは非喫煙箇所の濃度が喫煙箇所の濃度に引っ張られるようにして濃度が変化しているかのように見て取れる。但し、それ以降の時間では非喫煙箇所の濃度は減少の一途をたどっており、喫煙箇所の濃度変化に全く影響されていない。

また、 $>1.0\mu\text{m}$ の濃度変化を見ると、非喫煙箇所での濃度が喫煙箇所の濃度を上回っており、午前中の方が高い濃度であったことを示しているが、この原因については不明である。

○D 建物

測定が開始してから終了するまでの間、喫煙箇所と非喫煙箇所では同様の濃度変化を行っていた。よって、喫煙箇所と非喫煙箇所では測定された個数濃度の差が小さいことがわかる。また、非喫煙箇所では喫煙箇所では濃度が高くなった時に直に影響を受けていることが読み取れる。これはどの粒径区分でも同様であり、 $>1.0\mu\text{m}$ では喫煙箇所と非喫煙箇所の濃度がほぼ同じである為、個数濃度の観点では分煙効果が高いとは言にくい。

さらに、グラフから、全ての粒径区分で常に小刻みに濃度が変化していた。この原因として、この喫煙箇所が渡り廊下に設置されていた為、非喫煙箇所の測定はそれらを連結する廊下であり、廊下を通る人の動きによって影響されたと考えられる。

○E 建物

この測定箇所が他の測定箇所と異なる点は、時間分煙が行われていたことであった。その為、喫煙が始まるとすぐに濃度が急上昇し、その後徐々に濃度が低くなっている。この建物では両エリアとも全体的に他の測定建物より高い個数濃度を示している。

グラフを見ると、喫煙が始まって1回濃度が上昇してから元の濃度に減少するまでにかかった時間が、喫煙箇所では2時間半、非喫煙箇所では約2時間であった。さらに、粒径区分が大きくなるに従って、喫煙箇所と非喫煙箇所の個数濃度の差が小さくなっており、 $>0.1\mu\text{m}$ においては非喫煙箇所の個数濃度が喫煙箇所の濃度を上回っていることが読み取れる。

また、両エリアで測定された濃度差は小さく、 $>0.3\mu\text{m}$ のグラフに見られる3つのピーク時の平均濃度比率を求めると、約2.0であった。

⑤浮遊粒子状物質（超微粒子）

$0.1\mu\text{m}$ 以下の超微粒子の個数濃度の測定にはWPSを用いて喫煙箇所及び非喫煙箇所の両エリアで11:00~15:00の4時間の間に測定を行った。

WPSを用いた測定は8箇所で行われた。その結果、粒度分布を見ていくと、測定開始直後に濃度が集中的に高くなっている粒径（ピーク時の粒径）は100nmにあるが、時間の経過と共に粒度分布の頂点を成す粒径が大粒径側（110~150nm）及び微小粒径側（30~50nm）のどちらかへ移行している様子が読み取れる。測定箇所によってはその両方にピークを持つ粒度分布を表している測定箇所もある。

喫煙が行われると、一つの粒径を中心として三角形型の曲線が粒度分布に見られるが、時間の経過と共にその頂点を成す粒径の幅が広がって、台形型を描くようになることがわかる。それと同時にピークを成す粒径が徐々に大粒径側へと移行している。

また、喫煙が行われた直後の粒度分布を見ると、最初に濃度がきわめて高くなった時の粒度分布は分散しており、最大個数濃度を示す粒径が毎回異なっていることが見て取れる。しかし、その3~6分後の粒度分布を見ると、最大個数濃度を示す粒径はそれまでの測定結果と似た傾向を示しており、濃度が立ち上がった時だけ異なった粒度分布を描いてしまうことが考えられる。それはタバコ煙の生成と同時に測定を行っている為、3分間の測定の中でDMAが徐々に分級している間に、徐々に個数濃度が変化して測定結果に影響した可能性が考えられる。

さらに、測定時間の経過と共に、喫煙が行われていない時の個数濃度は全体的に低くなっているが、30nm以下の微小粒子の個数濃度は増加していることが多い。

○A 建物

喫煙箇所は11:45から、非喫煙箇所は13:34から測定が開始された。その為、後述の粒度分布グラフにそれらの時間帯から15:00までの濃度変化が示されている。

1) 喫煙箇所

全体的に濃度が低く、喫煙が行われていない時は、それぞれの時間においてピークを取っている粒径がおおよそ180,000[個/L]を測定していたことがわかる。しかし、喫煙が行われていたと考えられる時間の粒度分布を見ると際立って高い濃度を示しているが、6分後には元の個数濃度に戻っていることが読み取れる。

測定開始直後は20nm近辺の微小粒子側の濃度が高かったが、時間の経過と共に、最も反応している粒径が大粒径側へと移行していることが読み取れる。また、喫煙が行われて、全体の濃度が一気に高くなったと見られる時にピークを取っている粒径は時によってバラ

バラであるが、100nm 付近が濃度の高い粒径の一つになっていることが多いと考えられる。

2) 非喫煙箇所

喫煙箇所の描いている粒度分布との比較を行うと、明らかに描いている曲線の形が異なることがわかる。小粒径側の個数濃度が非常に高く、100nm よりも大粒径では個数濃度が少なくなった、右肩下がりの粒度分布変化を示していることがこの建物の特徴である。また、時間の経過と共にピークを取っていた粒径が徐々に大きくなっており、初めは 50nm 近辺にあったのが 100nm 付近にまで移行している。さらに、小粒径側では常に個数濃度が分散しており、安定した値を取り続けていない。

3) 両エリアの比較

喫煙箇所と非喫煙箇所を比較すると、喫煙箇所と非喫煙箇所では異なる粒度分布を示しており、必ず喫煙箇所につられて非喫煙箇所でも濃度が高くなるわけではない。それに、非喫煙箇所と喫煙箇所では、全体の個数濃度が高くなっても、反応している粒径が異なる為、喫煙箇所が発生したタバコ煙が非喫煙箇所に影響を与えているとは考えにくい。

○B 建物

1) 喫煙箇所

喫煙時間における粒度分布を見ると、初めに個数濃度が立ち上がった時の粒度分布は毎回異なっており、ピークとなっている粒径がバラついて一貫性がないことが読み取れる。しかし、喫煙時間が開始してから 3~6 分以上時間が経過すると、2つのピークを取るようになり、そのうちの1つは、100nm 付近になっていることがわかる。

また、粒度分布を追って見ていくと、時間の経過と共に、ピークを取っている粒径が微小粒子側から大粒径側へと徐々に移行していることがわかる。さらに、喫煙が大量に行われた時の粒度分布は、1つまたは2つ突出したピークを持つ曲線を描くが、喫煙が行われていない時間では、特にピーク値を取る粒径が存在しないことが読み取れる。さらに、喫煙箇所では最大 1.6×10^7 [個/L] を測定しており、他の測定箇所と比較を行っても、高い濃度を示していることがわかる。

2) 非喫煙箇所

個数濃度の観点から言うと、喫煙箇所でも濃度が高くなっている時、非喫煙箇所ではそれほど大きな変化を示さない。しかし、粒度分布を見ると、1つしかピークを持たない山型を描いていたものが、2つのピークをもつ台形型へと変化していたことがわかる。

喫煙箇所では、ピーク時の濃度が 1.5 倍にしか変化しておらず、喫煙箇所と比較してほとんど安定した状態で個数濃度を保っていることがわかる。但し、喫煙時の粒度分布は異なっており、平常時は1つしかピークを持たない山型を描いているが、はっきりと2つのピークをもつ台形型へ変化していることが読み取れる。さらに、喫煙箇所と同様、時間の経過と共に、ピークを取っている粒径が微小粒子側から大粒径側へと徐々に移行している。

3) 両エリアの比較

喫煙が行われた時間の非喫煙箇所の個数濃度はあまり変化しないが、粒度分布の形が変化していることがわかる。その為、喫煙箇所から発生するタバコ煙から何らかの影響を受けているが、喫煙箇所からそれほど大きい空気の漏れが発生していないと考えられる。

○C 建物

機器の不具合により、非喫煙箇所の測定を行うことができなかった。その為、喫煙箇所

の測定結果について以下に示す。

1) 喫煙箇所

全体の粒度分布を見ると、13:00 頃までは、喫煙が行われていると見られる時間に個数濃度が増減を繰り返しているが、13:00 を過ぎると急激に個数濃度が減少するようになり、それ以降は徐々に減少していき、最大個数濃度が 1.0×10^5 [個/L]未満となってしまう。

粒度分布変化を見ると、100nm 付近でピークを取っていた粒径は、個数濃度が急激に減少してからは微小粒子側（30nm 付近）へと徐々に移行しているのが見て取れる。それと同時に、全体の個数濃度は減少しているが、微小粒子の個数濃度は時間と共に増加する。

2) 非喫煙箇所

上記の理由により省略する。

○D 建物

機器の不具合により、非喫煙箇所の測定を行うことができなかった。その為、喫煙箇所の測定結果について以下に示す。

1) 喫煙箇所

初めは高い個数濃度を示していた粒径の範囲が狭いが、時間の経過と共にその粒径範囲が広がり、最大個数濃度を示す粒径が微小粒径側へと移行していることが読み取れる。これらの粒度分布が描いている曲線は台形型であるが、時間の経過と共に、微小粒径側（特に 30nm 付近）に個数濃度が集中して偏っている三角形を形成し、そちらをピークとした山型を描いている。

また、喫煙が行われたときに上昇する個数濃度は 2 倍～3 倍であり大きく個数濃度に変化していない、といえる。さらに、喫煙が行われていないと見られる時間の個数濃度も高く、大体最大個数濃度が 5.0×10^5 [個/L]もあることから、他の測定箇所と比較して、安定時に最も高い個数濃度を示していることがわかる。

2) 非喫煙箇所

上記の理由により省略する。

○E 建物

1) 喫煙箇所

測定開始直後は最大個数濃度を示している粒径が 110nm 前後であり、粒度分布が鋭角な頂点を持つ三角形を描いていることがわかる。しかし、喫煙時間が始まって一気に個数濃度が高くなった後は、鋭角な三角形の頂点を削り取ったかのように、個数濃度で高い数値を示している粒径の幅が広がった台形型を示し、測定開始時と比較して最大粒子個数濃度が小さくなっていることがわかる。

また、濃度が高くなる時の粒度分布を見ると、今までピーク値を取っていた粒径と異なること、また粒度分布の描く曲線の形が乱れており、定まっていないことが読み取れる。

さらに、測定開始時は曲線のピークが大粒径側に偏っていたが、測定終了時にはピークが微小粒径側に偏るように変化している。

2) 非喫煙箇所

非喫煙箇所では途中から粒度分布の描く曲線が変化していることがわかる。非喫煙箇所の粒度分布を見ると、喫煙時間が開始すると 100nm 付近にピークを持っており、徐々に大粒径側へ偏っている。しかし、この時間を境にして、2 つのピークを持つ幅広い台形を

描くようになり、時間の経過と共に、微小粒子側の個数濃度が増加し、それ以降は微小粒子側の個数濃度が高くなっている右肩下がりの曲線を描くようになっている。

また、喫煙箇所との比較を行うと、測定終了時間に近づくに従って総個数濃度では、非喫煙箇所の方が喫煙箇所よりも多いことがわかる。

さらに、喫煙時間だった時の個数濃度を見ると、安定している時と比較して、個数濃度に大きな変化は見られない。1.3 倍程度しか上昇しない為、影響が見られない。しかし、時間の経過と共に特に微小粒子側の総個数濃度が徐々に上昇している為、喫煙時のタバコ煙が後から非喫煙箇所へと流れていったのではないかと考えることができる。

3) 両エリアの比較

喫煙箇所と非喫煙箇所を比較すると、喫煙時間中は喫煙箇所の濃度が上昇すると、非喫煙箇所でもやや個数濃度が上昇しているのが見て取れる。さらに、それ以外の時間では、全体的な総個数濃度があまり異なっておらず、喫煙箇所の空気が非喫煙箇所に流出し、影響している物だと考えられる。喫煙時間を過ぎてからは、非喫煙箇所では微小粒径側の濃度が喫煙箇所よりも多く測定されている。但し、大粒径側の個数濃度は喫煙箇所の方が多く測定されている。

喫煙箇所では粒径のピークが微小粒径側(50nm 前後)にあるが、非喫煙箇所では 100nm 前後にピークが位置しており、粒度分布の描く曲線の形(または、最も個数濃度が多いと考えられる粒径)が全く異なっていることがわかる。

また、喫煙箇所では、喫煙時間が終了してから、鋭角な三角形の形から潰れた台形のような形へ変化している。それに対して、非喫煙箇所では大粒径側に偏っていた三角形のピークが二つに割れ、微小粒子側と大粒径側の 2ヶ所にピークを持つ二山を描く曲線になっていることが読み取れる。

(6)まとめ

A 建物では喫煙エリアと非喫煙エリアでそれぞれ独立した空調システムを設け、直接建物外へ排気する空調方式を用いることで、お互いのエリアに空気が流出していないことが測定結果から明らかになった。その為、基準で設けられている風速に関する規定は満たしていないが、十分有効な分煙方法であると言える。

B 建物では測定建物の喫煙箇所では喫煙室内の空気を直接外に排気できる空調システムを設けていた為、測定結果から非喫煙箇所が喫煙箇所から受ける影響が少ないことが判明した。これは特に喫煙本数が多く、タバコ煙が高濃度になる時に高い分煙効果を表すことがわかる。この測定建物では喫煙箇所から非喫煙箇所へ給気する形式を取っていたが、両エリアの境界での風速分布は基準を満たしていないものの、両エリアで各測定項目で濃度に差が見られた為、ある程度分煙効果があったと言える。

C 建物では両エリアの境界を壁で仕切り、他の室にタバコ煙が漏れないような「喫煙室」を設ける分煙方式を用いていた。ここには分煙機はなく、喫煙本数がきわめて高かったが、多くの測定項目において最大の濃度比率を示している為、タバコ煙を物理的に遮断するこの分煙方式は分煙効果があると言える。但し、この喫煙箇所では質量濃度が基準値をはるかに超えていたが、非喫煙箇所には影響していない為、有効な方法であると言える。

D 建物では喫煙箇所と非喫煙箇所の間仕切りが一切なく、天井から給気をして室圧を

正圧に変える、という分煙方式を用いていた。分煙機も置いてあったが、仕切りがない為に喫煙箇所のタバコ煙が非喫煙箇所へ流れていることが多くの測定項目の測定結果から明らかになっている為、効果のある分煙方法だと言うことはできない。

E 建物では時間分煙を用いており、決められた時間にだけ事務室で喫煙を行う、という分煙方式を用いていた。しかし、測定結果を見ると、喫煙箇所よりも非喫煙箇所の方が高い数値を示していることから有効な分煙方法だとは言えない。喫煙時間は1時間であっても、喫煙箇所の個数濃度が元に戻るまでに2時間半以上かかっており、タバコ煙がずっと事務室内に滞っていることがわかるからである。

測定全体を通して、C 建物のように、喫煙エリアの四方を壁で仕切り、タバコ煙がその四方へ漏れないようにすることが簡易で効果的な方法であることがわかったが、壁で囲まなくてもA 建物のように独立した空調方式を設けることで空気の流出を防ぎ、分煙効果を表していることが見て取れる。

また、喫煙箇所と非喫煙箇所が隣接しており、全く仕切りがなく、分煙機のみしかないD 建物のような分煙方法では全く分煙効果が得られないこと、及び時間分煙を取り入れた分煙方法はやはりそれほど分煙効果をもたらさないことが明らかになった。

また、分煙効果の指標として用いる測定項目として、分煙効果判定基準策定検討会報告書で取り上げられている風速及び質量濃度に関する基準を満たしていなくても、分煙効果を表している測定建物があったことがわかった。その為、分煙効果を判断する基準について検討が必要であると考えられる。

3.4 喫煙空間における粒子状物質の EC/OC 及びニコチン測定結果

(1) 喫煙場所と非喫煙場所での計測

場所 サンプリングは喫煙区域とその近くの非喫煙区域と指定されている場所および外気または非喫煙の事務室で行った。東京のビルは一回目と二回目では喫煙区域と非喫煙区域のレイアウトを変更している。大阪は都合5ヶ所で建物Bは非講習時と講習時で二日間に亘って測定を行った。

サンプラ 柴田科学の個人サンプラ(NWPS-35)を用い、 $2.5\mu\text{m}50\%$ 以上と以下についてそれぞれ石英フィルタ上に粒子を捕集した。以下本節では、大粒子は $2.5\mu\text{m}50\%$ 以上のものを、小粒子は $2.5\mu\text{m}50\%$ 以下のもの、通称PM_{2.5}を指す。ポンプは柴田科学の個人サンプラ用ポンプ(ミニポンプMP-Σ-500)を用い、流量2.5 L/minで吸引した。

フィルタ 使用したフィルタは石英繊維からなるフィルタ(PALLFLEXの2500QAT)を予め400℃で4時間加熱処理したものをを用いた。

天秤 天秤はメトラー社製MT5型(感量1μg)を用いた。また秤量時にフィルタの静電気の影響を除去するためにHAUG社製イオナイザーを用いた。測定時の気温は20℃、湿度は30から50%であった。

ニコチンの分析 試験的にECOC分析を行ったフィルタ試料(小粒子のフィルタのみ)の一部を用いてGC/MS加熱脱着法により、タバコ煙の指標であるニコチンを分析した。GC/MSの測定条件を表4-2-2に示す。ニコチンのメタノール溶液の一定量をろ紙に添加し試料と同様の方法で計測を行い、検量線を作成した。

ニコチンはガス状態にある割合が高いので、粒子としてフィルタに捕集されているものは全体の一部であろうと推定されるが、今回行ったガス状のニコチンの計測結果と比較検討を行うことは意味があると考ええる。

(2)測定結果

4回に亘って行った測定結果を測定毎に質量濃度、ECOC濃度、ニコチン濃度について述べる。

1) 東京 1 第一回目

計測は喫煙場所のみ4時間を2回、他は8時間連続測定を行った。粒子はほとんどPM2.5に相当する微小粒子であり、喫煙区域ではかなり高濃度の微小粒子が発生している。喫煙時間は8時間の間の一部であり、喫煙者の集まっている時期の濃度は平均濃度に比べてかなり高いと思われる。

ECOC濃度は、タバコ煙がほとんど有機炭素であるため、測定結果はほとんどOCであることは理解できる。喫煙区域と非喫煙区域ではECOCが全粒子の60%程度を占め、タバコ煙由来の粒子と考えられる。一方、事務室ではECOCが粉じんの30%程度であり、タバコ煙以外の由来の粒子が多いと思われる。粒子に含まれるニコチンは喫煙区域と非喫煙区域で検出され、非喫煙区域では喫煙区域の約半分程度であったが、事務室ではほとんど測定されなかった。本ビルでは非喫煙区域にかなりのタバコ煙が流出していることがわかる。

2) 建物 A,B

計測は各4時間連続測定を二つのビルで都合3日間に亘って行った。図は喫煙区域、禁煙区域、大気の順である。粒子はほとんどPM2.5に相当する微小粒子であるが、測定場所に関係なく各測定日で同じ程度の濃度であった。三日目の非喫煙のサンプルは欠けている。また東京のビルに比べてかなり濃度の高い日もあった。微小粒子は外気に由来するものかもしれない。

炭素はほとんどがOCであった。微小粒子の炭素濃度は各測定日ともに喫煙区域で高く、大気では低かった。炭素の濃度は東京1に比べ低く、粉じんに占める炭素の割合は20%以下であった。

ニコチンは各測定ともに喫煙区域からのみ検出された。

3) 建物 C,D,E

計測は一回目と同じく各4時間連続測定を三つの建物で行った。図は喫煙区域、禁煙区域、大気の順である。粒子はほとんどPM2.5に相当する微小粒子であるが、測定場所により微小粒子の濃度は順に少なくなる傾向があった。

炭素はほとんどがOCであった。微小粒子の炭素濃度は喫煙区域で高く、大気では低かった。しかし、建物Dではこの傾向がはっきりしなかった。建物Eでは喫煙区域の炭素濃度が再度大気にくらべ高くなった。炭素の濃度は東京1に比べ低く、粒子量に占める炭素量の割合は40%以下であった。

ニコチンは喫煙区域と非喫煙区域から検出された。建物Eでは非喫煙区域のニコチン濃度が喫煙区域より多い結果となった。

4) 東京 1 第二回目

計測はすべて8時間連続測定を行った。図では事務室、非喫煙区域、喫煙区域と一回目との逆順となっている。粒子はほとんどPM2.5に相当する微小粒子である。各場所とも一回目と同程度の粒子濃度であった。

ECOC濃度は、一回目より喫煙区域と非喫煙区域ともかなり低下している。ある程度レイアウトの変更の効果によると考えられる。またECOCが粉じんの40%程度の比率となった。一方、事務室ではECOCの粒子に占める割合が増加したが、理由は不明である。

粒子に含まれるニコチンは、一回目よりやや多くそれぞれ喫煙区域と非喫煙区域で検出された。非喫煙区域では喫煙区域の約半分程度であったが、事務室ではほとんど測定されなかった。

(3)まとめ

- 1) 室内で測定された粒子でも質量基準でほとんどがPM2.5であった。
- 2) 元素状炭素(EC)は有機性炭素(OC)に比べ非常に少なく、ほとんどが有機性炭素であった。
- 3) 粒子に含まれる炭素分は20から60%と幅広く分布した。60%の場合は明らかにタバコ煙由来の粒子が主成分と思われる。
- 4) ニコチンは喫煙区域と非喫煙区域でサンプリングされた粒子から検出された。
- 5) 以上の3種類の成分分析から、ECとOCの分析のみではタバコ煙と大気中の粒子成分とを区別することは十分には出来なかった。しかし、空調装置で大気中の粒子が除去され、換気量が比較的少ない場合ではOCのかかなりの分がタバコ煙由来と思われる。逆に大気中の粒子を除去せずに換気量を大きくするとほとんどが外気中の粒子となり、ECOC分析でタバコ煙の影響を見ることは困難と思われる。

引用文献

- 1) Birch ME, Cary RA (1996) Elemental Carbon-based method for monitoring occupational exposures to particulate diesel exhaust. *Aerosol Sci Technol* 25, 221-24.
- 2) Chow JC, Watson JG, Pritchett LC, Pierson WR, Frazier CA, Purcell RG (1993) The DRI thermal/optical reflectance carbon analysis system: description, evaluation and applications in U.S. Air quality studies. *Atmos Environ* 27A, 1185-201.
- 3) NIOSH (1999) Method 5040 Issue 3 (Interim) Elemental Carbon (Diesel Exhaust). In NIOSH Manual of Analytical Methods. National Institute of Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH.
- 4) Conny JM, Klinedinst DB, Wight SA, Paulsen JL (2003) Optimizing Thermal-Optical Methods for Measuring Atmospheric Elemental (Black) Carbon: A Response Surface Study. *Aerosol Sci Technol*, 37, 703-23
- 5) Ono-Ogasawara, M. and Smith, T.J. (2004) Diesel exhaust particles in the work environment and their analysis, *Ind. Health*, 42:389-399.
- 6) 小野真理子, 長野真弓, 明星敏彦 (2004) 環境中粉じんの有機/無機炭素量による評価の試み. 第44回日本労働衛生工学会, 抄録集, p74-75.