

たばこのK値測定の概要

1. 目的

職場における喫煙対策のためのガイドラインに相対濃度計の機種別の質量濃度変換係数（K値）が示されているが、平成23年4月現在で市販されている最新型の粉じん計によるK値は示されていない。このため、最新型の粉じん計のK値を決めるための実験を平成23年4月13日（水）から15日（金）にかけて（社）日本作業環境測定協会精度管理センターにおいて実施した。

2. サンプルング方法の概要

実験室内に設置した $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$ （ 8m^3 のダストチャンバー内）に図1に示すように相対濃度計を配置し、チャンバー内にたばこの煙を発生させて実験を実施した。また、実験室の外観を写真1～写真2に示した。

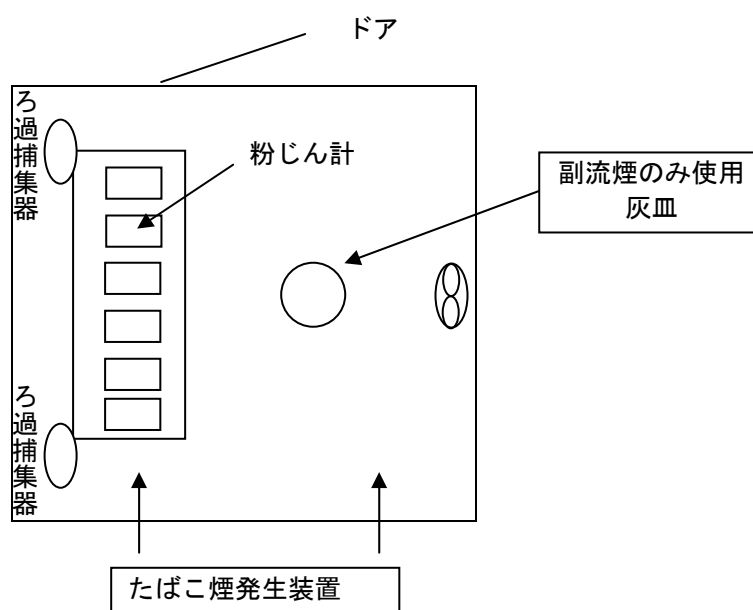


図1 各種測定機器の配置概要



写真1 実験室の概要



写真2 実験室の概要

1.1 サンプルング方法

質量濃度は、オープンフェイス型ホルダーを使用している過材はTX40HI20-W（47mmφ：東京ダイレック）を使用して、15L/minの流量でローボリュームエアサンプラー（Aircon2 日本カノマックス株式会社）により10または20分間の測定を実施し繰返し回数は、3～7回実施した。測定箇所はチャンバー内において図1に示すとおり2箇所とした。

1.2 使用したたばこの銘柄の選定

実験に使用するたばこの選定は、表1に示す国産銘柄で良く売れている上位2種類（平成21年度実績「（社）日本たばこ協会」調べ）を参考に外国製たばこ1種類の計3種類とした。

国内産銘柄 セブンスター、マイルドセブン

外国産銘柄 マールポロライトメンソールBOX

表1 国内販売実績上位20銘柄一覧

 国内販売実績上位20銘柄（2010年3月31日終了年度）

	銘柄	所得者・シェア		銘柄	所得者・シェア
1位	セブンスター	JT 5.0%	11位	キャビン・マイルドBOX	JT 1.6%
2位	MSスーパーライト	JT 4.6%	12位	ケント・ウルトラ1・100's BOX	BATJ 1.5%
3位	MSライト	JT 3.8%	13位	キャスター・ワン・100's BOX	JT 1.5%
4位	MSワン・100's BOX	JT 3.4%	14位	ピアニッシモ・ワン	JT 1.5%
5位	MS	JT 3.2%	15位	MSワンBOX	JT 1.4%
6位	MSエクストラライト	JT 2.7%	16位	MSスーパーライト・100's BOX	JT 1.4%
7位	マールポロライトメンソールBOX	PMJ 2.6%	17位	マールポロKS BOX	PMJ 1.3%
8位	キャスター・マイルド	JT 2.3%	18位	MSエクストラライトBOX	JT 1.3%
9位	セブンスターBOX	JT 1.9%	19位	ホープ(10)	JT 1.3%
10位	MSワン	JT 1.7%	20位	MSライトBOX	JT 1.2%

※MS = マイルドセブン

※出典：（社）日本たばこ協会

1.3 たばこ煙の種類と発生方法

たばこ煙の種類は、おのこのたばこについて、主流煙、副流煙、混合（主流煙＋副流煙を同時に発生）の3種類を実施することとし、写真3のたばこ煙吸入実験装置 SIS-CS 型（柴田科学株）を使用させてたばこ煙を発生させた。ただし、副流煙はチャンバー内の中央に灰皿を置き、そこで、たばこに火を点けて煙を発生させた。

たばこ煙の発生方法は、表2に示したとおりである。チャンバー内のたばこ煙の測定は、たばこ煙の発生後、ファンで攪拌し、チャンバー内の濃度がほぼ一定になった後測定を実施する。

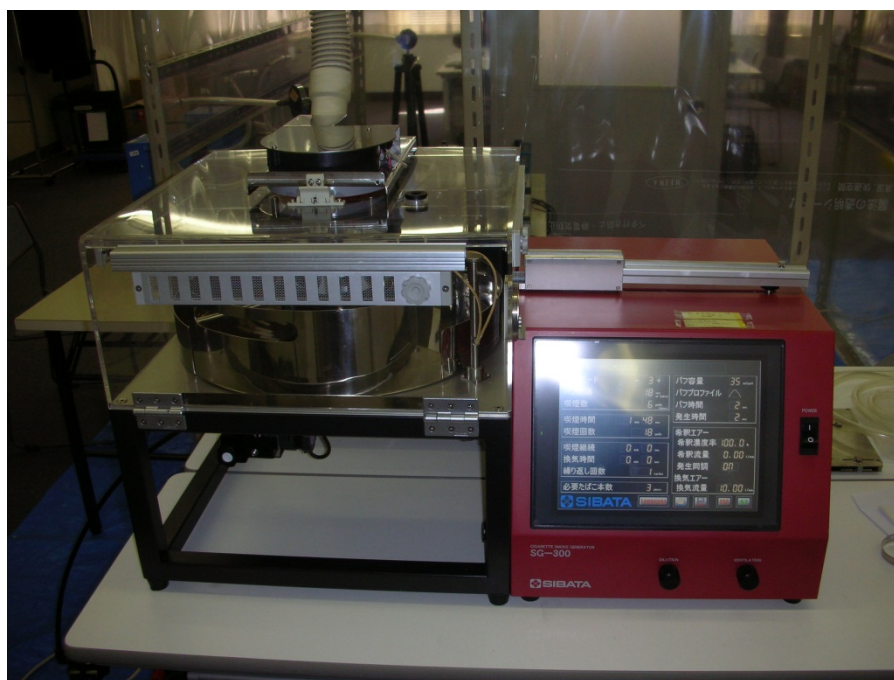


写真3 たばこ煙吸入実験装置 SIS-CS 型（柴田科学株）

表2. たばこ煙の種類と発生方法

主流煙	副流煙	混合（主流煙＋副流煙）
たばこ煙吸入実験装置から発生させた	チャンバー内に灰皿を置き、たばこを2本燃焼させた。	たばこ煙吸入実験装置から発生させた

2. 実験に使用した相対濃度計の種類

柴田科学株からは LD-3K、LD-3K2、LD-5、LD-3K2T、LD-6N、日本カノマックス株からは 3443 の計6機種を使用して実験を行った。（写真4参照）

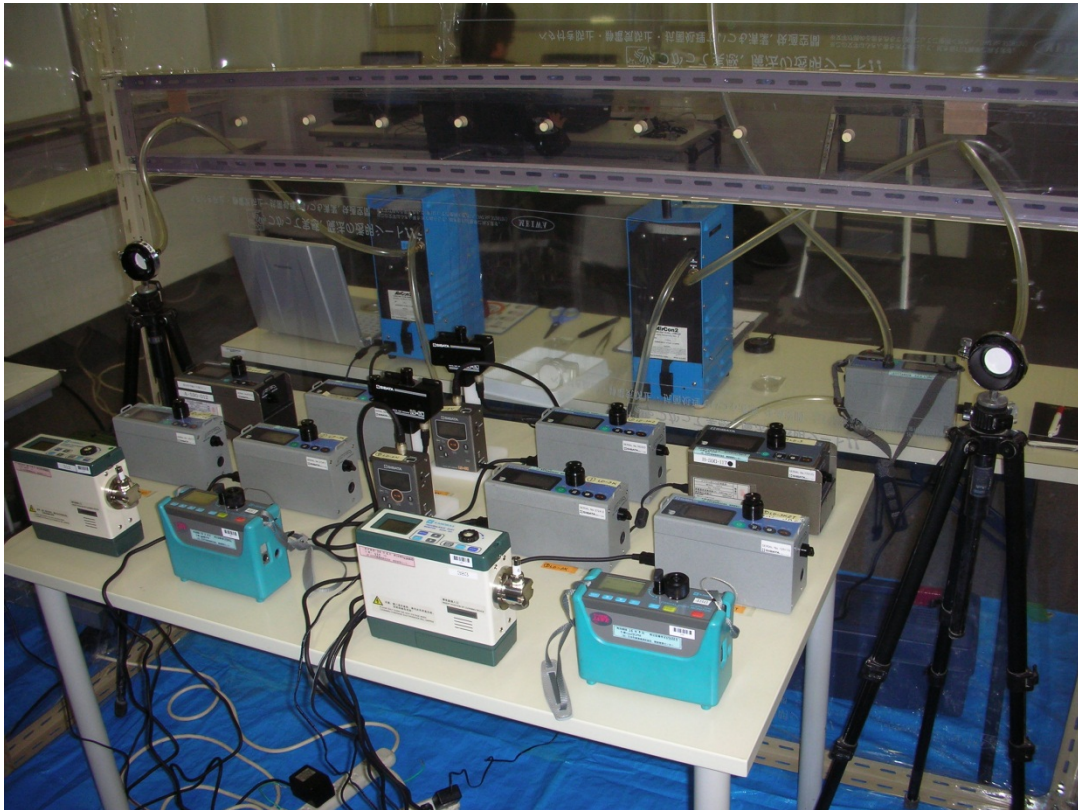


写真4 実験に使用した相対濃度計

3. 質量濃度変換係数（K値）の算出

ろ過捕集装置2台で同時測定し、その算術平均値を質量濃度とした。

相対濃度計は、各機種1台とし、それぞれの相対濃度（cpmまたは mg/m^3 ）を求めた。

質量濃度と相対濃度から機種ごとの質量濃度変換係数（K値）を算出した。

4. 実験結果

表3～表5に主流煙、副流煙、混合（主流煙と副流煙を同時に発生）を発生させたときの質量濃度変換係数（K値）を示した。

表3～表5より、主流煙の質量濃度変換係数（K値）が低く、副流煙のK値が高く評価されたのは、主流煙は付属のフィルターを通過することで、粒径の小さい粒子の割合が高くなり、そのため、相対濃度計の感度のよい粒径域の粒子が多くを占めるため、計数値が高目となり、K値は小さな値となったこと、これに対し、副流煙は、たばこの燃焼部位からの煙であるため、主流煙に比べ粒径の大きな粒子の占める割合が高くなり、このため、相対濃度計の感度のよい

粒径域の粒子が少なくなり、計数値は低目の値を示し、その結果、K値が大きな値となったと推測される。混合煙のK値は、主流煙と副流煙の混合比は明確ではないが、主流煙と副流煙の中間の値をとった。

なお、今回の喫煙実験は、喫煙パターンを模擬する喫煙機によるたばこ煙発生であるため、人の肺での加湿による影響（湿度による煙粒子の粒径の変化など）は考慮されていない。

タバコの煙の種類の違いによる質量濃度変換係数（K値：mg/m³/cpm）

粉じん計の型式	①主流煙	②副流煙	③混合（①と②の煙を同時に発生した時の結果（混合比率は不明）	③：①主流煙と②副流煙のK値の算術平均値
LD-3K	0.00041	0.0012	0.00053	0.00081
LD-3K2	0.00041	0.0012	0.00052	0.00081
LD-3K2T	0.00040	0.0012	0.00052	0.00080
LD-5	0.00041	0.0012	0.00052	0.00081
3442	0.00050	0.0016	0.00064	0.0011
LD-6N	0.00076	0.0012	0.00096	0.00098

表3 煙草の煙の種類(主流煙)の場合の質量濃度変換係数(K値)

煙草の種類	煙の種類	繰返し回数	質量濃度 (mg/m ³)	相対濃度(cpm)						質量濃度変換係数(K値)								
				LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442	LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442			
マルボロ メンソール BOX	主流煙	1	0.76	1726	1756	1742	1774	1325	908	0.00044	0.00043	0.00044	0.00043	0.00043	0.00044			
				1733	1772	1777	1782	1552	906	0.00044	0.00043	0.00043	0.00043	0.00049	0.00084			
				2051	2085	2048	2094	1532	1159	0.00042	0.00041	0.00042	0.00041	0.00056	0.00074			
	主流煙	2	0.86	2025	2067	2074	2090	1797	1156	0.00042	0.00042	0.00041	0.00042	0.00041	0.00048			
				2087	2088	2082	2116	1600	1094	0.00036	0.00036	0.00037	0.00036	0.00048	0.00069			
				2091	2114	2146	2143	1859	1085	0.00036	0.00036	0.00035	0.00035	0.00041	0.00070			
	セブンスター	主流煙	1	0.82	2117	2071	2098	2026	1603	1117	0.00039	0.00040	0.00039	0.00040	0.00051	0.00073		
					2086	2099	2134	2121	1828	1149	0.00039	0.00039	0.00038	0.00039	0.00045	0.00071		
					2071	2033	2051	1995	1553	1370	0.00054	0.00055	0.00055	0.00056	0.00072	0.00082		
主流煙	2	1.12	2001	2041	2052	2046	1785	1400	0.00056	0.00055	0.00055	0.00055	0.00063	0.00080				
			2238	2191	2217	2160	1666	1118	0.00038	0.00039	0.00039	0.00040	0.00052	0.00077				
			2181	2208	2160	2232	1911	1141	0.00039	0.00039	0.00040	0.00039	0.00045	0.00075				
マルイドセブン	主流煙	1	0.84	2262	2217	2265	2216	1688	1117	0.00037	0.00038	0.00037	0.00038	0.00050	0.00075			
				2265	2248	2354	2279	1955	1149	0.00037	0.00037	0.00036	0.00037	0.00043	0.00073			
				2777	2746	2787	2757	2074	1370	0.00040	0.00041	0.00040	0.00041	0.00054	0.00082			
主流煙	2	1.12	2792	2785	2871	2810	2411	1400	0.00040	0.00040	0.00039	0.00040	0.00046	0.00080				
			2706	2661	2683	2688	2012	1339	0.00034	0.00035	0.00035	0.00035	0.00046	0.00069				
			2709	2682	2812	2709	2320	1359	0.00034	0.00035	0.00033	0.00034	0.00040	0.00068				
平均値													0.00041	0.00041	0.00040	0.00041	0.00050	0.00076
標準偏差													0.00006	0.00006	0.00006	0.00006	0.00008	0.00005
変動係数													14.8	14.1	14.9	14.7	15.8	7.0

表4 煙草の煙の種類(副流煙)の場合の質量濃度変換係数(K値)

煙草の種類	煙の種類	繰返し回数	質量濃度 (mg/m ³)	相対濃度(cpm)						質量濃度変換係数(K値)							
				LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442	LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442		
マルボロ メンソール BOX	副流煙	1	2.44	1770	1762	1774	1668	1298	1800	3442	0.0014	0.0014	0.0014	0.0015	0.0019	0.0014	
		2	2.21	1759	1817	1850	1829	1491	1825	3442	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0016	0.0013	
		3	1.58	1511	1509	1521	1433	1107	1529	3442	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0020	0.0014	
		4	1.42	1485	1532	1571	1541	1271	1544	3442	0.0015	0.0014	0.0014	0.0014	0.0017	0.0014	
	セブンスター	副流煙	1	1.75	1319	1328	1334	1263	948	1250	3442	0.0012	0.0012	0.0012	0.0013	0.0017	0.0013
			2	1.29	1276	1327	1356	1325	1095	1283	3442	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0014	0.0012
			3	1.42	1778	1757	1770	1704	1260	1517	3442	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0011	0.0009
			4	1.42	1717	1760	1810	1776	1465	1561	3442	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0010	0.0009
	マイルドセブン	副流煙	1	1.05	1629	1623	1653	1609	1227	1524	3442	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0014	0.0011
			2	1.29	1605	1634	1634	1648	1335	1532	3442	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0013	0.0011
			3	1.42	1157	1159	1237	1178	869	1163	3442	0.0011	0.0011	0.0010	0.0011	0.0015	0.0011
			1	1.05	1150	1164	1191	1172	946	1160	3442	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0014	0.0011
2			1.32	1086	1096	1134	1113	787	1060	3442	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0018	0.0013	
3			1.19	1053	1076	1095	1084	879	1063	3442	0.0013	0.0013	0.0013	0.0013	0.0016	0.0013	
平均値	副流煙	1	1.05	808	848	857	824	568	819	3442	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.0018	0.0013	
		2	1.32	808	844	881	833	659	842	3442	0.0013	0.0012	0.0012	0.0013	0.0016	0.0012	
		3	1.19	833	865	881	832	592	838	3442	0.0016	0.0015	0.0015	0.0016	0.0022	0.0016	
		4	0.80	834	877	919	861	689	845	3442	0.0016	0.0015	0.0014	0.0015	0.0019	0.0016	
標準偏差	副流煙	1	1.05	861	899	915	867	611	842	3442	0.0014	0.0013	0.0013	0.0014	0.0019	0.0014	
		2	1.32	859	914	944	898	712	872	3442	0.0014	0.0013	0.0013	0.0013	0.0017	0.0014	
		3	1.19	880	924	932	903	625	860	3442	0.0009	0.0009	0.0009	0.0009	0.0013	0.0009	
		4	0.80	880	935	959	917	726	889	3442	0.0009	0.0009	0.0008	0.0009	0.0011	0.0009	
変動係数				19.1	17.9	18.5	18.7	19.8	16.8	0.0024	0.0021	0.0022	0.0023	0.0031	0.0021		
変動係数				0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0016	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0016	0.0012		

表5 煙草の煙の種類 混合(主流煙+副流煙)の場合の質量濃度変換係数(K値)

煙草の種類	煙の種類	繰返し回数	質量濃度 (mg/m ³)	相対濃度(cpm)						質量濃度変換係数(K値)						
				LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442	LD-3K	LD-3K2	LD-3K2T	LD-5	LD-6N	3442	
マルボロメンソールBOX	混合	1	1.66	2731	2806	2779	2856	2125	1640	3442	0.00061	0.00059	0.00060	0.00058	0.00078	0.00100
				2703	2867	2863	2833	2484	1855		0.00061	0.00058	0.00058	0.00059	0.00067	0.00090
				4021	4085	4074	4037	3052	2337		0.00051	0.00050	0.00050	0.00051	0.00067	0.00087
				3951	4181	4134	4090	3575	2338		0.00052	0.00049	0.00049	0.00050	0.00057	0.00087
				1732	1771	1758	1677	1326	976		0.00065	0.00063	0.00064	0.00067	0.00084	0.00110
				1712	1809	1793	1803	1565	996		0.00065	0.00062	0.00062	0.00062	0.00072	0.00110
				1472	1491	1489	1459	1100	797		0.00058	0.00058	0.00058	0.00059	0.00078	0.00110
セブンスター	混合	1	0.63	1408	1493	1484	1471	1286	825		0.00061	0.00058	0.00058	0.00058	0.00067	0.00100
				2000	1974	1992	2023	1490	1033		0.00058	0.00058	0.00058	0.00057	0.00077	0.00110
				1920	1975	1992	1997	1736	1075		0.00060	0.00058	0.00058	0.00058	0.00066	0.00110
				2091	2064	2124	2168	1596	1128		0.00054	0.00054	0.00053	0.00052	0.00070	0.00100
				2121	2147	2158	2179	1858	1130		0.00053	0.00052	0.00052	0.00051	0.00060	0.00100
				1790	1772	1806	1820	1348	1039		0.00054	0.00054	0.00053	0.00053	0.00071	0.00092
				1796	1820	1826	1832	1573	1042		0.00053	0.00053	0.00053	0.00052	0.00061	0.00092
マイルドセブン	混合	1	1.15	1707	1677	1683	1589	1292	861		0.00037	0.00038	0.00037	0.00040	0.00049	0.00073
				1671	1703	1735	1705	1482	874		0.00038	0.00037	0.00036	0.00037	0.00043	0.00072
				2677	2646	2647	2585	1986	1362		0.00053	0.00054	0.00054	0.00055	0.00072	0.00100
				2571	2620	2669	2635	2292	1398		0.00055	0.00054	0.00053	0.00054	0.00062	0.00100
				2549	2499	2514	2409	1918	1287		0.00047	0.00048	0.00047	0.00049	0.00062	0.00092
				2479	2512	2557	2530	2184	1315		0.00048	0.00047	0.00047	0.00047	0.00054	0.00090
				2146	2143	2165	2021	1612	1113		0.00054	0.00054	0.00053	0.00057	0.00071	0.00100
マイルドセブン	混合	2	0.92	2146	2132	2237	2204	1904	1126		0.00054	0.00054	0.00051	0.00052	0.00060	0.00100
				2256	2211	2243	2128	1682	1146		0.00041	0.00042	0.00041	0.00043	0.00055	0.00080
				2256	2224	2354	2260	1979	1174		0.00041	0.00041	0.00039	0.00041	0.00046	0.00078
				2183	2139	2161	2101	1632	1081		0.00048	0.00049	0.00049	0.00050	0.00064	0.00100
				2169	2138	2273	2174	1905	1102		0.00048	0.00049	0.00046	0.00048	0.00055	0.00100
				平均値												
				標準偏差												
変動係数																