

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度を示した化学物質は toluene 39.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ethanol 473.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1,4-Dichlorobenzene 47.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の3化学物質のみで、昨年度の Toluene 95.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ethanol 68.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1,4-Dichlorobenzene 85.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, α -Pinene 24.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, m-Xylene 20.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と比較して低濃度であった。

幾何平均値で見ると、5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の化学物質は表2に示すように平成14年度に対する平成13年度の比は0.92~1.42の狭い範囲に留まった。1,4-Dichlorobenzene、Limonene、Ethanolを除くと極めて変動が少ないことがみられた。また、2~5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の化学物質では表3に示すように平成14年度に対する平成13年度の比は0.77~1.42と5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上とほぼ同様の範囲であった。

一方、平成14年度と平成13年度の比が、1.5倍以上のひらき(平成14年度に対する平成13年度の比が1.5以上及び0.66以下)を有する化学物質は1.5以上が17化学物質、0.66以下が21化学物質であった。これらの結果から、一般居住環境に確認されやすい化学物質では変動が少ないことが示されたのに対し、二年間の変動が大きい化学物質はそれぞれの居住環境の特性を示すものであると推察された。

1. 2. 検出頻度が少ない化学物質

平成14年度では最大値の項から見られるように全ての化学物質が何れかの家屋で検出された。これに対して、平成13年度は、2-Methyl-2-Propanol, Propylene glycol, Dimethoxymethaneの3化学物質が不検出と異なる結果であった。95%の家屋で不検出であったものは、平成13年度は 1,3-Diisopropylbenzen, 1,4-Diisopropylbenzene, Ethylbenzene, α -Methylstyrene, 1-Propanol, Caryophyllene, 2-Methyl-2-propanol, 1-Hexanol, Phenol, 2,6-Di-t-butyl-4-methylphenol,

Methyl-t-butyl-eter, Dimethoxyethane, 2-Methoxyethanol, 2-(2-Ethoxyethoxy)ethanol, 1,2-Dichloropropane, 2-Methoxyethyl-acetate, Butylformate, Isopropylacetate, Dimethylphatate, 2-Ethoxy ethylacetate, Linaloolacetate, Methacrylic acid ester, 1,4-Dioxaneの19化学物質も存在していたのに対し、本年度は 1,3-Diisopropylbenzene, 1,4-Diisopropylbenzene, Methyl-t-butylethor, 2-Methoxyethanol, 1,2-Dichloropropaneの5化学物質のみであった。

調査した家屋の半数の室内で不検出であった化学物質は、昨年度は53化学物質にも達したのに対し、今年度では、42化学物質であり、その大部分は同様な化学物質であった。その中には、アルコール類やグリコール類の他、エステル類も検出率は少ないことが認められた。

2. 室外空気

2. 1. 室外空気における化学物質の濃度

室外空気における各化学物質についてそれぞれの測定方法における平均値、中央値、幾何平均値、最小値、最大値、10および90%タイル値は表4のようであった。平均値ではいずれの年度でも10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度を示した化学物質は Tolueneのみで、平成13が15.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (中央値:8.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 幾何平均値:9.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、平成14が11.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (中央値:8.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 幾何平均値:7.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、また、1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した幾何平均値の化学物質は表5に示すように Ethylbenzene, m,p-, o-Xylene, 1,2,4-Trimethylbenzene, n-Hexane, 2-Methylhexane, 3-methylhexane, 2-Methylpentane, 3-Methylpentane, n-Decane, n-Dodecane, Acetone, 1,4-Dichlorobenzene,

Dichloromethane、Ethylacetate の 15 化学物質であることがみられた。平成 14 年度に対する平成 13 年度の濃度比は 0.8~1.45 の間で、しかもほとんどの化学物質が極めて 1 に近く、2 年間での変動が少ないことが認められた。これに対して、存在量が低かった化学物質では測定における定量下限値の影響も有すると考えられるが、変動は大きく、2 年間の情報で経年的な変化を評価することはできないものと考えられた。

また、全家屋の外気で検出されたものは Toluene のみの 1 化学物質であり、半数の家屋の外気で検出されたものは 41 化学物質であった。

2. 2. 検出頻度が少ない化学物質

全室外空気において、不検出とされた化学物質は、昨年度は、Caryophyllene、1-Propanol、2-Methyl-2-propanol、Propyleneglycol、Dimethoxymethane、2-(2-Ethoxyethoxy) ethanol であったのに対し、本年度は 1,4-Diisopropylbenzene、Dimethoxy-methane であった。また、9 割の家屋の周辺外気で不検出された化学物質は、本年度は 17 化学物質であったのに対し、昨年度の 43 化学物質も存在していた。

E. 結論

ORBO91L 単独捕集管を用いた溶媒抽出法による室内・室外の空气中化学物質の経年変化を検討した。室内空気においてはテルペン類を除いた化学物質の平均値で、 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度を示した化学物質は toluene $39.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、Ethanol $473.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1,4-Dichlorobenzene $47.18\mu\text{g}/\text{m}^3$ の 3 化学物質のみで、幾何平均値では、平成 14 年度に対する平成 13 年度の比は 0.77~1.42 の狭い範囲に留まった。

一方、平成 14 年度に対し平成 13 年度の濃度の比が、1.5 倍以上のひらきを有する化学物質は 1.5 以上が 17 化学物質、0.66 以下が 21 化学物質であった。これらの結果から、一般居住環境に確認されやすい化学物質では変動が少ないことが示唆された。

室外空気においては平均値ではいずれの年度でも $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の濃度を示した化学物質は Toluene のみで、 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超過した化学物質は 15 化学物質であることがみられたが、これら化学物質は 2 年間での変動が少ないことが認められた。

表1 平成13及び14年度における室内空气中化学物質の存在状況

No.	n	平均値				中央値				幾何平均				最小値				10%				90%				最大値			
		H13	H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14	H13/H14	H13	H14
1	Benzene	171	138	2.740	2.585	1.000	1.788	1.845	0.988	2.084	2.070	1.006	0.000	0.014	0.000	0.140	0.311	0.450	4.385	4.775	0.918	46.385	32.632	1.421					
2	Toluene	188	148	85.858	39.801	2.408	25.531	18.800	1.289	28.288	20.711	1.289	0.000	0.181	0.000	7.101	8.150	1.155	130.048	78.642	1.697	3793.315	450.889	8.413					
3	Ethylbenzene	188	148	19.618	10.414	1.884	6.247	4.814	1.354	7.804	5.354	1.420	0.000	0.278	0.000	1.855	1.828	1.141	28.857	15.544	1.856	578.958	339.332	1.706					
4	m-Xylene or m,p-Xylene	188	148	20.375	12.062	1.689	7.311	5.729	1.278	8.173	6.492	1.259	0.000	0.558	0.000	2.038	1.882	1.082	36.732	25.397	1.446	509.421	211.215	2.412					
5	p-Xylene	188	148	8.127	4.920	1.652	3.455	2.834	1.312	4.558	3.210	1.419	0.000	0.000	#DIV/0!	1.188	0.873	1.338	18.409	8.235	1.993	145.099	65.792	2.205					
6	Isopropylbenzene	159	148	0.523	0.631	0.828	0.000	0.000	#DIV/0!	0.432	0.474	0.911	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.489	1.008	1.477	6.347	11.788	0.538					
7	n-Propylbenzene	180	148	1.559	1.244	1.253	0.800	0.700	0.858	1.068	0.994	1.074	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.074	0.000	3.804	2.380	1.527	34.026	15.267	2.229					
8	1,2,4-Trimethylbenzene	188	148	9.680	8.260	1.172	3.818	3.080	1.175	4.787	4.098	1.184	0.000	0.277	0.000	1.014	1.028	0.988	17.828	14.619	1.206	299.901	188.725	1.589					
9	1,3,5-Trimethylbenzene	188	148	3.135	1.546	2.027	1.287	1.014	1.249	1.907	1.262	1.511	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.009	0.000	6.875	3.133	2.131	83.284	13.583	6.132					
10	1,2,3-Trimethylbenzene	188	142	3.135	1.943	1.614	1.148	1.245	0.920	1.868	1.505	1.308	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.203	0.000	6.821	3.720	1.780	85.480	17.412	3.781					
11	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	188	148	0.607	0.805	1.003	0.553	0.278	0.191	0.483	0.523	0.885	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.140	1.487	1.439	7.517	6.520	1.153					
12	1-Methyl-3-propylbenzene	160	148	1.242	0.919	1.351	0.258	0.638	0.401	0.880	0.769	1.118	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.872	1.978	1.454	14.865	7.503	1.981					
13	n-Butylbenzene	160	142	0.893	0.538	1.289	0.000	0.278	0.000	0.478	0.474	1.017	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.960	1.389	1.411	10.158	3.741	2.715					
14	1,3-Diisopropylbenzene	159	148	0.000	0.140	0.002	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.014	13.222	0.001					
15	1,4-Diisopropylbenzene	159	148	0.000	0.039	0.004	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.034	0.005	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.008	1.915	0.004					
16	Ethyltoluene	159	148	0.156	0.082	1.908	0.000	0.000	#DIV/0!	0.102	0.072	1.418	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.182	0.000	4.709	1.759	2.676					
17	p-Methylstyrene	108	148	0.428	0.550	0.774	0.000	0.000	#DIV/0!	0.263	0.350	0.750	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.438	1.549	0.927	10.439	14.021	0.745					
18	o-Methylstyrene	134	148	0.097	0.185	0.523	0.000	0.000	#DIV/0!	0.068	0.142	0.462	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.608	0.000	6.933	5.759	1.204					
19	2-Ethyltoluene	180	148	3.142	2.148	1.484	1.188	1.117	1.063	1.857	1.510	1.230	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.144	0.000	7.460	4.209	1.773	78.338	27.558	2.843					
20	Styrene	188	145	2.348	2.219	1.057	0.198	0.728	0.270	1.093	1.181	0.925	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	5.511	3.591	1.535	82.807	40.898	2.025					
21	Naphthalene	188	148	1.852	1.301	1.424	0.000	0.584	0.000	0.693	0.833	0.832	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	3.281	1.958	1.678	128.914	40.558	3.179					
22	4-Phenylcyclohexene	179	148	0.090	0.108	0.833	0.000	0.000	#DIV/0!	0.078	0.091	0.837	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.009	0.278	0.033	2.572	1.656	1.553					
23	n-Hexane	77	114	7.748	4.174	1.858	2.828	2.528	1.040	3.857	2.819	1.297	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.278	0.000	16.514	8.542	1.933	109.397	32.504	3.386					
24	2-Methylhexane	141	132	1.028	4.037	0.255	0.120	0.942	0.127	0.739	1.852	0.447	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.603	5.347	0.487	9.538	105.756	0.090					
25	3-Methylhexane	141	148	1.029	1.888	0.617	0.000	0.901	0.000	0.748	1.227	0.610	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.750	3.459	0.795	9.850	18.103	0.544					
26	n-Heptane	157	120	4.170	4.058	1.028	1.550	2.081	0.752	2.285	2.752	0.823	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.250	0.000	9.024	8.992	1.004	97.153	44.389	2.189					
27	n-Octane	179	148	5.557	3.948	1.408	1.231	1.387	0.888	2.578	2.125	1.213	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	14.239	8.495	1.676	123.208	60.855	2.025					
28	n-Nonane	179	148	12.318	8.975	1.372	2.390	2.241	1.068	4.370	3.764	1.181	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.278	0.000	29.377	23.030	1.278	334.918	127.897	2.619					
29	2-Methyloctane	180	140	3.203	2.184	1.480	0.391	0.278	1.408	1.583	1.083	1.482	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	6.997	4.840	1.859	45.772	76.848	0.596					
30	3-Methyloctane	160	148	2.954	1.890	1.582	0.378	0.388	0.979	1.539	1.131	1.361	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	7.582	4.619	1.642	49.905	36.898	1.353					
31	2-Methylnonane	180	148	2.058	2.038	1.010	0.478	0.611	0.779	1.243	1.215	1.023	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	5.183	4.085	1.264	33.795	31.738	1.065					
32	3,5-Dimethyloctane	159	143	0.524	2.222	0.238	0.000	0.000	#DIV/0!	0.389	0.634	0.614	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.758	1.844	0.954	8.502	118.634	0.072					
33	n-Decane	188	148	16.243	11.898	1.385	5.107	3.988	1.287	6.752	5.180	1.303	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.698	0.932	38.159	20.808	1.834	385.875	277.067	1.320					
34	n-Undecane	188	148	10.281	8.668	1.186	3.293	3.151	1.045	4.864	4.024	1.209	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.537	0.171	25.975	17.907	1.451	115.751	209.638	0.552					
35	n-Dodecane	188	148	7.325	5.853	1.298	3.159	2.918	1.083	4.050	3.882	1.100	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.734	0.000	18.863	12.358	1.526	151.258	80.039	1.890					
36	n-Tridecane	188	148	5.147	3.953	1.302	2.334	2.188	1.067	2.932	2.717	1.079	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.382	0.000	13.729	8.389	1.640	67.320	38.958	1.728					
37	n-Tetradecane	185	148	3.450	3.178	1.088	2.380	2.007	1.188	2.421	2.501	0.988	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.287	0.000	6.780	7.843	0.887	44.600	19.701	2.284					
38	n-Pentadecane	188	148	1.477	1.113	1.327	0.523	0.803	0.652	1.002	0.865	1.039	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	3.288	2.518	1.297	30.240	6.299	4.801					
39	n-Hexadecane	181	148	1.188	0.824	1.419	0.283	0.441	0.595	0.804	0.710	1.133	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.529	1.929	1.311	21.806	6.589	3.320					
40	2-Methylpentadecane	139	148	1.904	2.048	0.930	0.708	1.613	0.438	1.314	1.835	0.804	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	5.405	3.9									

表2 室内空気における幾何平均値 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の化学物質

	H13	H14	H13/H14
Toluene	26.3	20.7	1.27
Ethylbenzene	7.6	5.3	1.42
m-Xylene	8.2	6.5	1.26
n-Decane	6.75	5.18	1.3
Acetone	9.1	8.4	1.08
1,4-Dichlorobenzene	6.9	7.5	0.92

表3 室内空気における幾何平均値 $2\sim 5\mu\text{g}/\text{m}^3$ の化学物質

	H13	H14	H13/H14
o-xylene	4.55	3.21	1.42
1,2,4-Trichlorobenzene	4.77	4.1	1.16
n-Hexane	3.66	2.82	1.3
n-Pentane	2.27	2.75	0.82
n-Octane	2.58	2.13	1.21
n-Nonane	4.37	3.77	1.16
n-Undecane	4.86	4.02	1.21
n-Dodecane	4.05	3.68	1.1
n-Tridecane	2.93	2.72	1.08
n-Tetradecane	2.42	2.5	0.97
Methylethylketone	2.57	2.52	1.02
Caebonetetrachloride	2.1	2.53	0.83
Ethlacetate	3.26	4.25	0.77
Buthylacetate	2.93	2.85	1.03

表4 平成13及び14年度における室外空气中化学物質の存在状況

No.	n	平均値		中央値		幾何平均		最小値		10%		90%		最大値										
		H13	H14	H13	H14	H13	H14	H13	H14	H13	H14	H13	H14	H13	H14	H13	H14							
1	Benzene	169	85	1.705	1.893	0.901	1.308	1.582	0.825	1.491	1.722	0.866	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.563	0.000	3.538	3.448	1.026	9.304	9.098	1.023
2	Toluene	185	89	15.490	11.165	1.367	8.699	8.538	1.019	9.241	7.904	1.169	0.000	0.000	#DIV/0!	2.146	1.624	1.321	38.117	22.436	1.610	268.999	55.712	4.828
3	Ethylbenzene	185	89	4.208	2.069	2.033	1.731	1.538	1.126	2.243	1.881	1.335	0.000	0.000	#DIV/0!	0.334	0.171	1.961	5.869	4.027	1.457	224.446	22.915	9.795
4	m-Xylene or p-Xylene	185	89	5.061	2.733	1.852	2.220	2.062	1.077	2.582	2.127	1.214	0.000	0.000	#DIV/0!	0.435	0.515	0.845	6.846	4.845	1.413	308.600	36.580	8.436
6	o-Xylene	185	89	1.815	1.072	1.693	1.040	0.805	1.292	1.265	0.909	1.391	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	3.150	1.871	1.883	70.908	12.049	5.885
7	Isopropylbenzene	160	88	0.072	0.092	0.778	0.000	0.000	#DIV/0!	0.065	0.087	0.749	-0.003	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.175	0.278	0.629	1.308	0.793	1.649
8	n-Propylbenzene	179	89	0.353	0.423	0.834	0.069	0.219	0.315	0.310	0.374	0.830	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.129	0.818	1.383	5.432	4.806	1.130
9	1,2,4-Trimethylbenzene	185	89	1.746	1.581	1.105	1.165	1.260	0.925	1.398	1.332	1.048	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	3.944	2.846	1.490	25.018	19.036	1.314
10	1,3,5-Trimethylbenzene	185	89	0.752	0.499	1.507	0.410	0.278	1.475	0.639	0.430	1.486	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.123	1.046	2.030	8.006	7.287	1.099
11	1,2,3-Trimethylbenzene	185	88	0.554	0.497	1.114	0.170	0.278	0.612	0.456	0.435	1.048	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.626	0.964	1.888	6.004	6.067	0.990
12	1,2,4,5-Tetramethylbenzene	185	88	0.108	0.245	0.438	0.000	0.000	#DIV/0!	0.091	0.205	0.443	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.432	0.849	0.509	3.752	3.950	0.950
13	1-Methyl-3-propylbenzene	160	89	0.278	0.226	1.230	0.000	0.000	#DIV/0!	0.193	0.206	0.937	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.888	0.795	1.117	7.799	1.427	5.467
14	n-Butylbenzene	160	88	0.071	0.138	0.511	0.000	0.000	#DIV/0!	0.061	0.128	0.479	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.059	0.895	0.085	2.174	0.981	2.216
15	1,3-Diisopropylbenzene	160	89	0.011	0.010	1.082	0.000	0.000	#DIV/0!	0.008	0.009	0.899	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.830	0.301	5.409
16	1,4-Diisopropylbenzene	160	89	0.001	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.001	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.068	0.000	#DIV/0!
17	Ethynylbenzene	160	89	0.003	0.014	0.201	0.000	0.000	#DIV/0!	0.003	0.013	0.207	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.014	0.000	0.215	0.522	0.411
18	p-Methylstyrene	108	89	0.012	0.158	0.080	0.000	0.000	#DIV/0!	0.012	0.118	0.100	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.116	0.000	0.457	3.925	0.117
19	o-Methylstyrene	137	89	0.001	0.021	0.036	0.000	0.000	#DIV/0!	0.001	0.019	0.039	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.085	0.601	0.108
20	2-Ethyltoluene	179	89	0.507	0.536	0.946	0.133	0.290	0.458	0.419	0.487	0.898	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.444	1.118	1.294	7.577	6.678	1.135
21	Styrene	185	89	0.141	0.309	0.455	0.000	0.000	#DIV/0!	0.113	0.263	0.431	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.533	0.918	0.580	5.157	3.206	1.609
22	Naphthalene	185	89	0.081	0.336	0.240	0.000	0.000	#DIV/0!	0.071	0.280	0.254	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.247	0.923	0.268	2.287	4.806	0.476
23	4-Phenylcyclohexene	179	89	0.034	0.089	0.383	0.000	0.000	#DIV/0!	0.027	0.056	0.488	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.837	4.400	0.417
24	n-Hexane	77	88	3.350	2.789	1.201	1.153	1.220	0.945	1.983	1.661	1.194	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	7.654	4.845	1.580	38.531	51.590	0.747
25	2-Methylhexane	141	81	0.308	3.551	0.087	0.000	0.274	0.000	0.234	0.861	0.272	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.820	1.375	0.597	8.647	96.847	0.089
26	3-Methylhexane	141	89	0.358	0.852	0.420	0.000	0.278	0.000	0.271	0.590	0.460	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.831	1.417	0.587	9.074	13.706	0.682
27	n-Heptane	156	75	0.816	0.591	1.361	0.313	0.263	1.188	0.841	0.488	1.315	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.205	1.198	1.840	9.791	5.177	1.891
28	n-Octane	178	89	0.821	0.324	2.533	0.000	0.000	#DIV/0!	0.447	0.267	1.678	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.429	0.809	1.766	46.345	3.561	13.015
29	n-Nonane	178	89	0.950	0.739	1.288	0.319	0.377	0.848	0.699	0.621	1.127	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.249	1.502	1.498	13.816	9.244	1.495
30	2-Methyloctane	160	89	0.106	0.184	0.575	0.000	0.000	#DIV/0!	0.091	0.134	0.682	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.323	0.283	1.143	2.657	7.583	0.350
31	3-Methyloctane	160	89	0.131	0.208	0.639	0.000	0.000	#DIV/0!	0.115	0.189	0.612	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.447	0.649	0.889	2.343	1.991	1.177
32	2-Methylnonane	160	89	0.104	0.465	0.223	0.000	0.000	#DIV/0!	0.094	0.214	0.439	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.441	0.629	0.701	1.990	27.813	0.072
33	3,5-Dimethyloctane	160	89	0.019	0.251	0.074	0.000	0.000	#DIV/0!	0.018	0.176	0.101	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.568	0.000	0.473	5.801	0.082
34	n-Decane	185	89	1.392	1.371	1.015	0.800	0.761	1.051	1.073	1.023	1.049	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	3.587	2.514	1.427	11.674	29.192	0.400
35	n-Undecane	185	89	0.717	0.758	0.947	0.275	0.344	0.799	0.590	0.592	0.996	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.979	1.529	1.294	7.291	14.488	0.503
36	n-Dodecane	185	89	0.878	0.750	1.171	0.190	0.406	0.468	0.627	0.643	0.976	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	2.021	1.944	1.039	10.890	5.467	1.992
37	n-Tridecane	185	89	0.366	0.559	0.655	0.000	0.278	0.000	0.319	0.481	0.663	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.059	1.699	0.624	4.718	3.868	1.220
38	n-Tetradecane	185	89	0.252	0.499	0.508	0.000	0.151	0.000	0.215	0.423	0.509	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.256	1.629	0.771	2.341	3.753	0.624
39	n-Pentadecane	185	89	0.251	0.200	1.257	0.000	0.000	#DIV/0!	0.197	0.160	1.231	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.350	0.278	4.856	6.511	4.328	1.505
40	n-Hexadecane	180	89	0.305	0.237	1.284	0.000	0.000	#DIV/0!	0.221	0.182	1.210	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	1.518	0.461	3.292	5.952	4.851	1.227
41	2-Methylpentane	149	89	1.693	1.550	1.092	0.891	0.948	0.728	1.210	1.228	0.985	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	4.686	3.536	1.325	22.091	15.732	1.404
42	3-Methylpentane	99	79	1.434	2.203	0.651	0.430	0.764	0.563	1.057	1.321	0.800	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	4.092	3.869	1.058	11.438	23.042	0.496
43	1-Octene	172	89	0.271	0.144	1.880	0.000	0.000	#DIV/0!	0.203	0.114	1.779	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.914	0.304	3.010	3.587	4.092	0.876
44	1-Decene	179	89	0.109	0.117	0.933	0.000	0.000	#DIV/0!	0.095	0.089	1.070	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.495	0.000	#DIV/0!	1.996	3.692	0.541
45	2,4-Dimethylpentane	115	70	0.341	0.221	1.543	0.000	0.000	#DIV/0!	0.234	0.182	1.286	0.000	0.000	#DIV/0!	0.000	0.000	#DIV/0!	0.608	0.594	1.023	10.722	3.579	2.995
46	2,2,4-Trimethylpentane	157	74	0.379	0.381	0.995	0.000	0.000	#DIV/0!	0.327	0.335	0.979	0.000	0.000										

表5 平成13及び14年度における室外空気において1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の化学物質

	H13	H14	H13/H14
Benzene	1.49	1.72	0.87
Toluene	9.24	7.9	1.17
Ethylbenzene	2.24	1.68	1.34
m,p-Xylene	2.58	2.13	1.21
o-Xylene	1.27	0.91	1.39
1,2,4-Trimethylbenzene	1.4	1.33	1.05
n-Hexane	1.98	1.66	1.19
n-Decane	1.07	1.02	1.05
2-Methylpentane	1.21	1.23	0.99
3-Methylpentane	1.06	1.32	0.8
Acetone	1.24	1.24	0.99
Dichloroethane	1.19	1.42	0.84
Ethylacetate	1.18	0.81	1.45

V 溶媒抽出法におけるORBO91L単独捕集管とORBO91L+ORBO101連結捕集管の 違いによる室内空气中TVOCの比較に関する研究

主任研究者：安藤 正典 国立医薬品食品衛生研究所
分担研究者：三浦 通利 岩手県環境保健研究センター
片平 大造 福島県衛生研究所
酒井 洋 新潟県保健環境科学研究所
山口 貴史 群馬県衛生環境研究所
小川 政彦 埼玉県衛生研究所
北爪 稔 横浜市衛生研究所
小林 浩 山梨県衛生公害研究所
近藤 文雄 愛知県衛生研究所
小林 博美 滋賀県立衛生環境センター
古市 祐子 大阪市立環境化学研究所
八木 正博 神戸市環境保健研究所
谷口 秀子 姫路市環境衛生研究所
立野 幸治 山口県環境保健研究センター
津野 正彦 高知県衛生研究所
力 寿雄 福岡県保健環境研究所
山崎 誠 福岡市保健環境研究所
大和 康博 北九州市環境科学研究所
菅本 康博 熊本市環境総合研究所
委託研究者：皆川 直人 グリーンブルー株式会社
長宗 寧 グリーンブルー株式会社
牧原 大 グリーンブルー株式会社

研究要旨 溶媒抽出法におけるORBO91L単独捕集管とORBO91L+ORBO101連結捕集管の違いによる室内空气中TVOCの比較に関する研究およびTVOCの定義を確定するための全国調査を実施した。

ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC 測定値の分散性について確認するため F 検定を行ったところ、約 70 化学物質で有意な分散性が確認された。

TVOC の平均値、中央値、幾何平均値は、ORBO91L 単独捕集管で $558,283,269\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して ORBO91L+ORBO101 連結捕集管では $616,497,397\mu\text{g}/\text{m}^3$ と極端に高い値を示したが、ORBO91L 単独捕集管においてはエタノールが測定値に影響したと考えられた。また、エタノールを除いた TVOC を比較すると、ORBO91L 単独捕集管では $319,217,209\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して、ORBO91L+ORBO101 連結捕集管で $509,380,328\mu\text{g}/\text{m}^3$ とテルペン類などの破過を抑えて捕集効率を上げることができた。

さらに、ORBO91L単独捕集管及び加熱脱離の両法における測定値のバラツキと、個々の値の差異のt検定を行ったところ、それぞれの方法によるTVOCのデータは統計的に同等性が証明された。

また、相関図を作成したところ直線関係が得られ、しかも、それらの単回帰直線、回帰式、相関性および信頼性は、エタノールを除いた場合のTVOCでは、 $y = 0.8x$ に近い回帰直線が得られた。

A. はじめに

厚生労働省が示した指針値に基づいて、建築物に関連のある各省庁では次々と施策を講じた結果、指針値を設定した化学物質の室内濃度は低下する傾向が明らかに認められてきた。しかしながら、これら化学物質の指針値は、安全性評価のリスクアセスメントに基づいて指針値を設定したものであり、個々の化学物質の濃度は、実際に室内で確認されるよりも高い濃度であることは否定できない。また、シックハウス症候群や化学物質過敏症などの疾病群は、これらの濃度よりも大きく下回った濃度でも発症する可能性が指摘されている。室内に存在する化学物質は単独化学物質で存在することはなく、100～数百種の化学物質が常に存在していることは明らかで、これら化学物質を複合的に暴露しているものと考えられる。これらの事実より、室内の化学物質をトータル（総揮発性有機化合物：TVOC）として評価することを厚生労働省では2001年に指針値とする案を示してきた。しかしながら、TVOCについては、各国ともその定義が定まっておらず、またその測定方法も確立されていない。昨年度はテルペン類の吸着効率が低いORBO91Lのみを捕集剤とした溶媒抽出法による検討と加熱脱離法との比較を行った。その結果、加熱脱離法に比べて溶媒抽出法におけるTVOC値が相対的に低いことがみられた。このことから、我々はTVOCの定義並びに測定方法を確定するため、昨年度実施したORBO91L単独捕集剤と改良型であるORBO91L+ORBO101連結剤によるサンプリング法によって全国調査したデータを整

理して解析評価し、TVOCの測定方法の確立を行った。

B. 実験方法

1. 試薬および溶液

Ⅱ-1に示した試薬及び溶液に準拠した。

2. 器具

- (1) 抽出瓶：Ⅱ-1に同じ
- (2) マイクロシリンジ：Ⅱ-1に同じ
- (3) ガスタイトシリンジ：Ⅱ-1に同じ
- (4) 捕集管：内径3～4mm程度のガラス管に測定対象物質を吸着・保持し、且つ加熱による脱着が十分に行うことができる粒径60～80メッシュのORBO91L吸着剤を充てんし、両端を石英ウールで押さえ両端を溶融密閉した市販されているもの、または測定対象物質に対して十分な捕集能力を有するものを用いた。
- (5) 除湿管：Ⅱ-1に同じ。なお、平成13年度には室内空気除湿管を使用しなかったが、平成14年度の調査では全家屋で除湿管を使用した。
- (6) マスフローコントローラー：Ⅱ-1に同じ
- (7) ポンプ：Ⅱ-1に同じ
- (8) ガスメータ：Ⅱ-1に同じ
- (9) 高純度窒素ガス：Ⅱ-1に同じ

3. 装置

Ⅱ-1に示した装置に準拠した。

4. 空気の採取

(1) 採取場所

空気試料の採取は、全国衛生研究所の協力を得て、各衛生研究所所在都市におけるボランティア家屋について室内では居間及び寝室2カ所ならびに室外1カ所について2試料づつを採取した。試料採取に際しては、トラベルブランクとしてORBO91L単独捕集管またはORBO91L+ORBO101連結捕集管を密栓したまま状態で試料採取と同様に持ち運んだ。

(2) 採取方法

サンプリングは厚生労働省室内ガイドラインに準拠して実施した。室内の採取は、室内の中央の床から1.5m付近に吸引口がくるように設置し、24時間ポンプ捕集を行った。外気の場合は、軒下の室内空気が影響がなく、かつ雨等を避けた場所に機器を設置し、24時間採取した。採取は、吸引前に両端を切り、空気を吸引する向きに従って流量0.1L/minで24時間吸引した。

5. 保管

採取前のORBO91L単独捕集管またはORBO91L+ORBO101連結捕集管は開封前はそのまま室温で保管した。採取終了後は捕集管両端に付属のふたを押し込み、密封した。汚染防止のためラミジップの中に活性炭シートを入れて保管した。

6. 試験液の調製

II-1に示した試験液の調整に準拠した。

7. 測定方法

II-1に示した測定方法に準拠した。

8. 検量線の作成

II-1に示した検量線の作成に準拠した。

9. 検出下限値、定量下限値の測定

II-1に示した検出下限値、定量下限値の測定に準拠した。

10. 濃度の算出

II-1に示した濃度の算出に準拠した。

C. 全国調査実施要領

1. 配布器具および装置

本研究では、全国の種々の居住環境における状況の室内空気を採取して把握するため、サンプラー、ポンプ及び標準溶液等を国立医薬品食品衛生研究所で装置及び器具を統一して、各衛生研究所に配布した。

1) 標準溶液および捕集管

(1) 全国衛生研究所送付分：121化合物混合液（和光純薬製）

(2) d8-トルエン：内部標準液（和光純薬製）

(3) 捕集管：ORBO91L（スペルコ製）、ORBO91LとORBO101（スペルコ製）とを連結したものおよびTO17

2) ポンプ

溶媒抽出用：100ml/minで吸引できるもの。その例としてSP204-500Dual、SP204-20L（GLサイエンス製）または5ライン採取装置（東洋理工製）

2. 測定機関

ボランティアに対して空気採取を実施し、各衛生研究所で測定した。

3. 結果の記録と報告

II-1に示した結果の記録と報告に準拠した。

4. 測定機関

ボランティアに対して全国衛生研究所が実施した室内空気試料は各衛生研究所で測定した。

5. 統計処理

個々の化学物質の濃度は、定量下限値以下の化学物質については、統計処理上0として処理した。

個々の化学物質の濃度の評価には、正規分布は得られなかったことから、低濃度領域に偏る非正規性の実数によるヒストグラムではなく、対数変換による正規性の検討を行った。ただし、各化学物質には定量下限値あるいは検出下限値以下および0の測定値が多くあることから、数値として表すことができない値については0とした。また、これら0の測定値は対数変換できず、統計解析を実施した場合、解析から削除されることになるので、全てに任意の数字を加算した値として対数に変換し、これらをヒストグラムとして求めた。

D. 結果および考察

1. ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC の測定値の正規性

121 化学物質の総和である TVOC が ORBO91L 単独捕集管による結果と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管との結果について整合性を評価することは、TVOC 測定方法を確立する上で極めて重要である。そこで、121 化学物質の中で評価された対象物質を合計した TVOC について、ヒストグラムを描かせ正規性について評価したところ図1及び表1のようである。全化学物質を合計した TVOC、相関性に影響するエタノールを除いた TVOC、平成 9、10 年度に実施した 42 対象化学物質についての TVOC および 42 化学物質からエタノールを除いた TVOC について検討したところ、測定されたヒストグラム度数では正規分布曲線を示さず、すべての場合において有意水準 10%でも正規分布でないことが明らかとなった。

2. ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC の差異に

関する基礎統計値の算出

上記の結果からも明らかなように、両測定方法による測定値の分布は、正規分布は得られなかったことから、実数による相関性を評価することは困難であった。このため、低濃度領域に偏る非正規性のヒストグラムに対しての相関性を検討するに当たって、各化学物質で行った個々の TVOC の対数変換による正規性の検討を行った。対数変換することによって、まずヒストグラムでは図2のように正規性が見られるような結果が得られた。さらにこれらの対数値を統計処理したところ表2に示すように 1%から 10%の有意水準で ORBO91L 単独捕集管、ORBO91L+ORBO101 連結捕集管のいずれも正規性が確認された。なお、定量下限値以下については実数が0であっても、統計量として評価できるので共通の数値を当てはめて評価した。

さらに、上記の正規性が認められた対数値について分散の程度を F 検定によって評価したところ、エタノールを含めた TVOC では分散に同等性は認められなかったが、エタノールを除いた TVOC および平成 9 および 10 年度に実施した 42 化学物質で求めた TVOC において、ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管との間に有意水準 10%の高い分散性が有ることが認められた。

3. ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC 値の同等性

さらに、分散性を示した対数変換した個々の TVOC 値が ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管との間の差異についての t 検定を行ったところ、表2に示したような結果を得た。エタノールを加えた TVOC の ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管のエタノールを除いた TVOC および 41 化学物質の TVOC においては差異が認められず、また、

F 検定の結果から分散性も充分であり、両者はほぼ同等であることが観察された。

4. ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC の相関性

ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC との相関性を検定された両者の対数変換値を用いて、散布図を作成し、図 3 に示した。また、これらの散布図における単回帰式、相関性および信頼性は表 3 に示すようである。これらから分かるように、エタノールを除いた TVOC および 41 化学物質の TVOC においては相関性が対数の R^2 で 0.823、エタノールを除いた全 TVOC の対数の R^2 で 0.795、55 化学物質の TVOC で 0.793 と極めて高いことが認められた。

また、相関関係式は、 $Y = X$ が両測定方法の整合性を示すことを意味するが、実数で $Y=0.782x \sim Y=0.883x$ と良好な結果であった。ORBO91L 単独捕集管に比べて ORBO91L+ORBO101 連結捕集管を使用した場合、テルペン類の捕集効率が上昇するが、今回の両方法で極めて良い相関性を示したのはテルペン類の捕集による TVOC 値にあたる影響が全化学物質の合計値の割合に比較して少なかったことに起因すると考えられた。

5. 相関式に問題がある化学物質と TVOC

昨年度実施した加熱脱離法と ORBO91L とでは $R^2=0.9$ 以上で $Y=X$ に近い相関性を示したが、本年度における ORBO91L 単独捕集管及び ORBO91L+ORBO101 連結管における TVOC では、エタノールとテルペン類が大きな違いを生じさせた。II-2 に示したように、ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管ではエタノールおよびテルペン類での濃度が極端に異なる家屋があることから、高濃度を示す家屋では両者で異なる値を示すことがみられ、ORBO91L 単独

捕集管においては、エタノールの分離が不十分と捕集効率が低いため測定値にばらつきが大きいことがみられた。また、テルペン類は、ORBO91L 単独捕集管においてテルペン類の吸着効率が低いため、ORBO91L+ORBO101 連結捕集管に比べて 1/5~1/10 程度の値であった。また、ORBO91L 単独捕集管では二硫化炭素を用いることから、溶媒ピークに重なる化学物質は測定できず、Hexane、2-Methylpentan、3-Methylpentane、1-Octene、1-Decene、2,4-Dimethylpentan、2,2,4-Trimethylpentane、Methylcyclopentane、Cyclohexane、Dichloromethane などはほとんど不検出であった。このように ORBO91L+ORBO101 連結管による TVOC の結果の相関式より $y = 0.8x$ は捕集剤の吸着効率の差に由来することが推定された。

6. ORBO91L 単独捕集管と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による TVOC の存在状況

ORBO91L 単独捕集管および ORBO91L+ORBO101 連結捕集管による室内空气中化学物質の実態に関する研究の全国調査において測定した個々の化学物質を合計した TVOC についてそれぞれの測定方法における両測定方法の平均値、中央値、幾何平均値、最小値、最大値は表 4 のようであった。今回実施した調査における TVOC の平均値、中央値および幾何平均値は、ORBO91L 単独捕集管が 559、284、270 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して ORBO91L+ORBO101 連結捕集管では 616、497 および 397 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と ORBO91L+ORBO101 連結捕集管が吸着効率が高いことが認められた。

また、エタノールを除いた TVOC で比較すると、ORBO91L 単独捕集管では 319、217、209 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して、ORBO91L+ORBO101 連結捕集管で 509、380 および

327 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

この事実は、ORBO91L 単独捕集管においてはエタノール及びテルペン類の吸着剤の捕集効率およびカラムの不分離によって測定不可能となることが直接的に影響したものと考えられた。

E. 結論

TVOCの定義を確定するための全国調査を実施した。

TVOCの平均値、中央値、幾何平均値は、ORBO91L 単独捕集管で 558, 283, 269 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して ORBO91L+ORBO101 連結捕集管では 616, 497, 397 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と ORBO91L+ ORBO101 連結捕集管が極端に高い値を示したが、ORBO91L 単独捕集管においてはエタノールによって測定値が低下したと考えられた。しかし、エタノールを除いた TVOC を比較すると、ORBO91L 単独捕集管では 319, 217, 209 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対して、

ORBO91L+ ORBO101 連結捕集管で 509, 380, 328 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ とテルペン類などの破過を抑えて捕集効率を上げることができた。しかしながら、エタノールおよびテルペン類は、その捕集効率に開きがあり、高濃度を示す家屋では、ORBO91L 単独捕集管に比較して ORBO91L+ ORBO101 連結捕集管が高い捕集効率であることが示された。

また、相関図を作成したところ直線関係が得られ、しかも、それらの単回帰直線、回帰式、相関性および信頼性は、エタノールを除いた場合の TVOC では、 $y = 0.8x$ に近い回帰直線が得られた。

我が国では、高温多湿によるカビや細菌に対する国民の関心が高いことから、エタノールの使用量も多く、TVOCの正確な指標化としない可能性が高い。このことから、我が国の TVOC 測定においては、エタノールを除くことが妥当であると考えられた。

図1 ORBO91L単独捕集管とORBO91L+ORBO101連結管における常数によるTVOCのヒストグラム

ORBO91L

ORBO91L+ORBO101

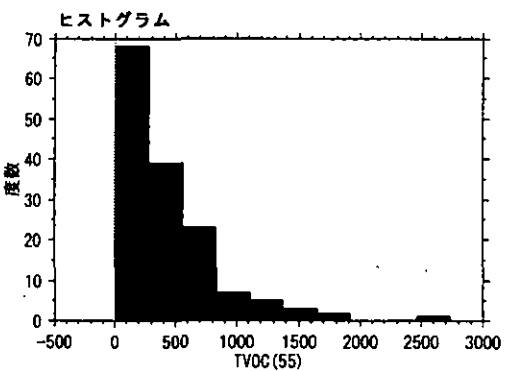
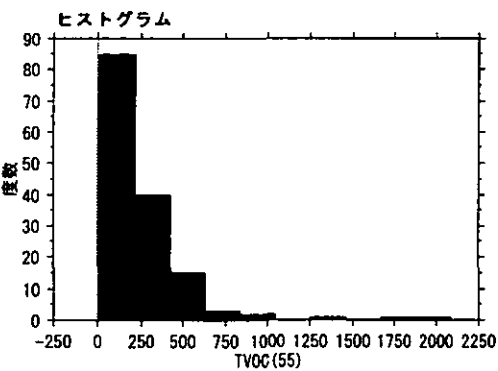
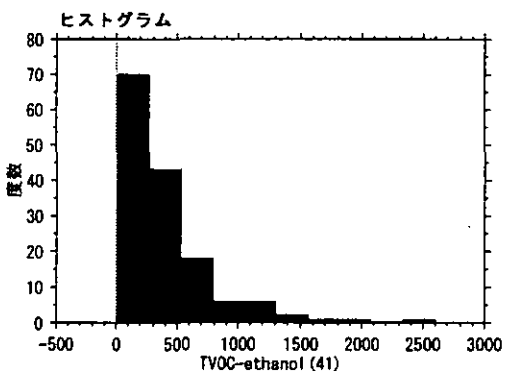
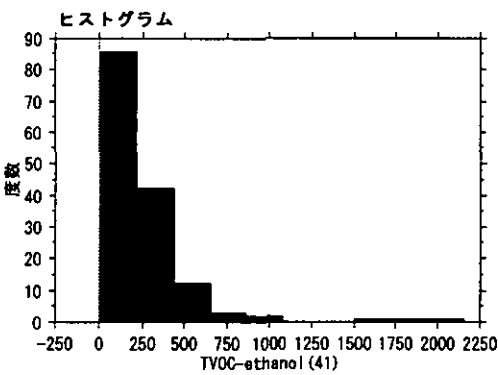
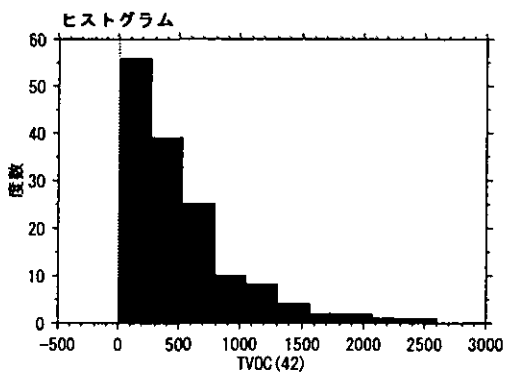
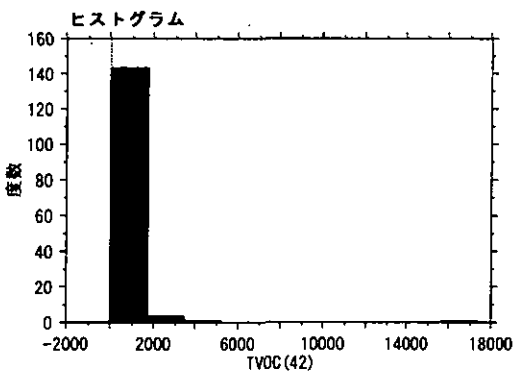
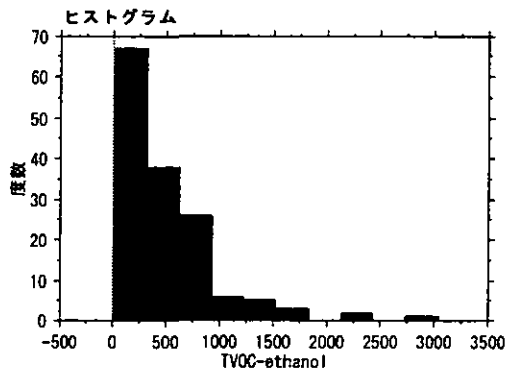
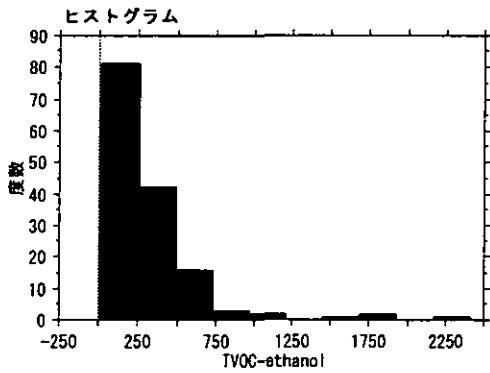
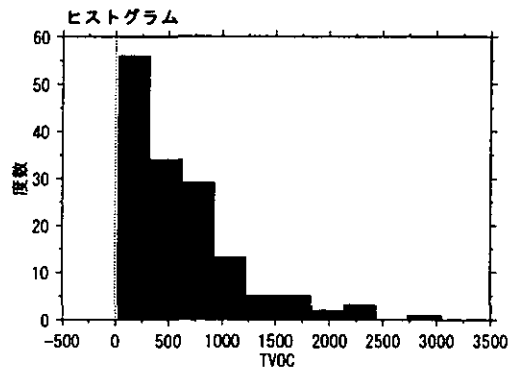
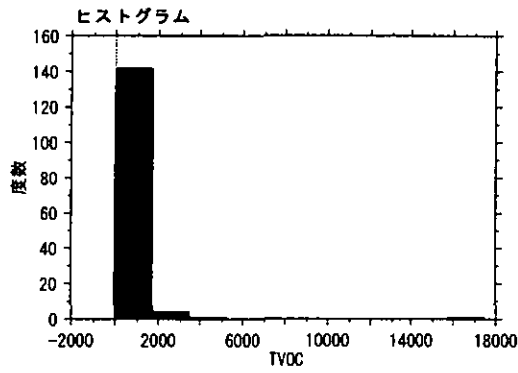


表1 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤による常数TVOCのt検定及びF検定

	n		t検定(a ₁ =a ₂ 仮定○)					t検定(a ₁ ≠a ₂ 仮定×)					F検定					結果			
	101+91L		有意確率		t値	10%	5%	1%	有意確率		t値	10%	5%	1%	有意確率		F値		10%	5%	1%
	148	148	0.661	0.439	0.439	○	○	○	0.661	0.439	0.439	○	○	○	0.000	0.129	0.129		×	×	×
TVOC	148	148	0.661	0.439	0.439	○	○	○	0.661	0.439	0.439	○	○	○	0.000	0.129	0.129	×	×	×	
TVOC-ethanol	148	148	8.68E-05	3.980	3.980	×	×	×	8.89E-05	3.980	3.980	×	×	×	3.82E-05	1.988	1.988	×	×	×	
TVOC(42)	148	148	0.931	0.087	0.087	○	○	○	0.931	0.087	0.087	○	○	○	0.000	0.099	0.099	×	×	×	
TVOC-ethanol(41)	148	148	4.21E-04	3.567	3.567	×	×	×	4.26E-04	3.567	3.567	×	×	×	6.80E-04	1.760	1.760	×	×	×	
TVOC(55)	148	148	2.32E-05	4.301	4.301	×	×	×	2.41E-05	4.301	4.301	×	×	×	3.67E-06	2.169	2.169	×	×	×	

図2 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤を用いた対数変換によるTVOCのヒストグラム

ORBO91L

ORBO91L+ORBO101

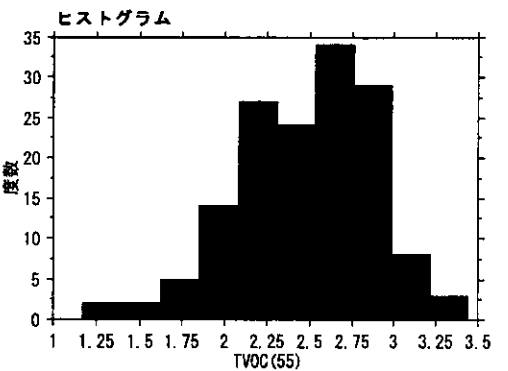
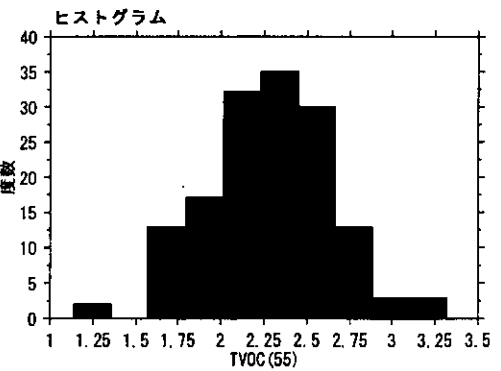
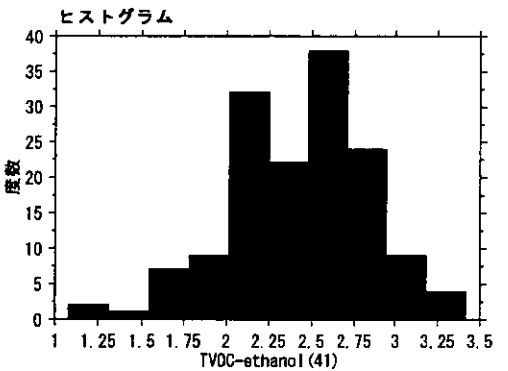
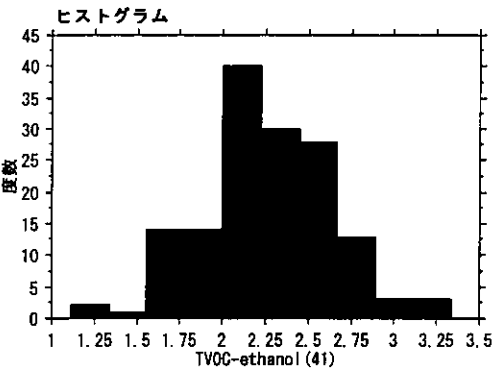
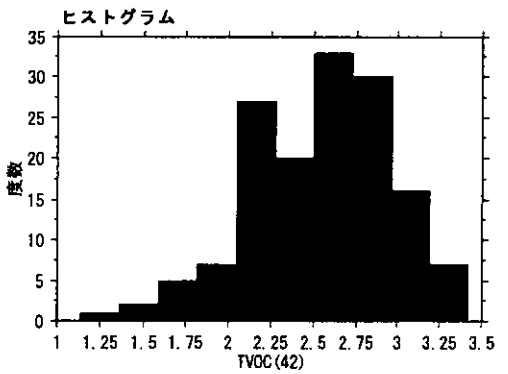
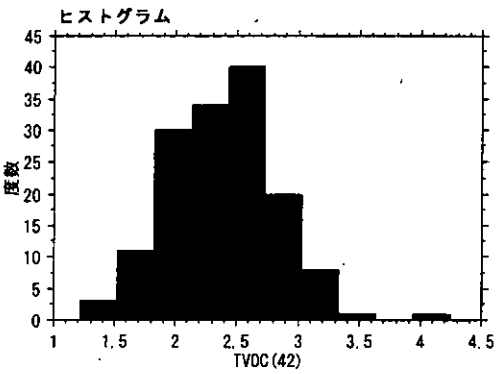
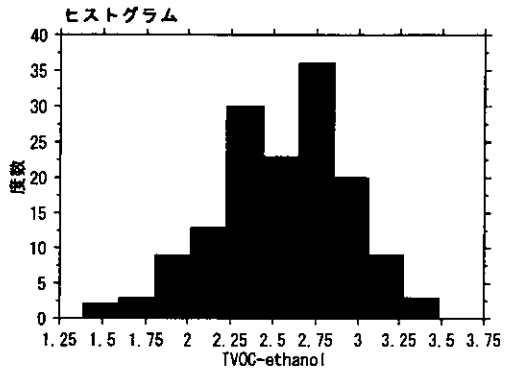
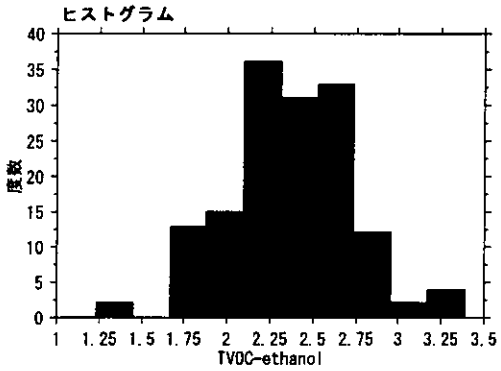
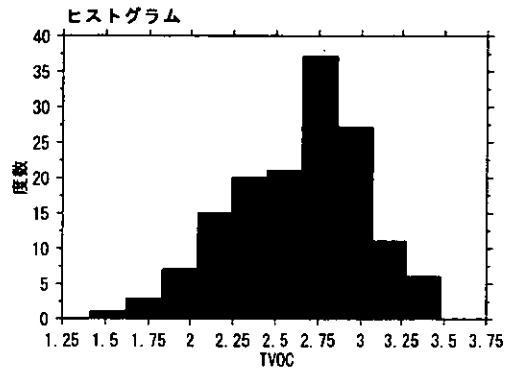
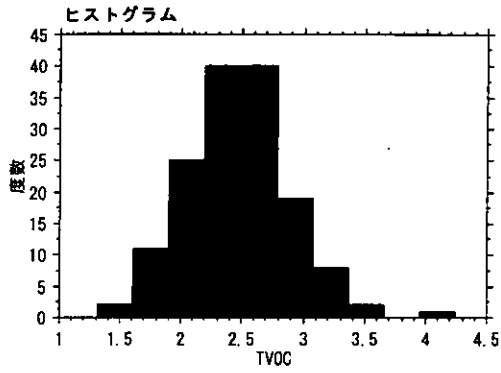


表2 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤による対数値変換TVOCのt検定及びF検定

	n		t検定(a ₁ =a ₂ 仮定○)					t検定(a ₁ ≠a ₂ 仮定×)					F検定			結果		
	101+91L	91L	有意確率	t値	10%	5%	1%	有意確率	t値	10%	5%	1%	有意確率	F値	10%		5%	1%
	TVOC	148	148	0.001	3.342	×	×	×	0.001	3.342	×	×	×	0.329	0.851		○	○
TVOC-ethanol	148	148	1.26E-05	4.442	×	×	×	1.27E-05	4.442	×	×	×	0.352	1.166	○	○	○	×
TVOC(42)	148	148	0.004	2.869	×	×	×	0.004	2.869	×	×	×	0.387	0.867	○	○	○	×
TVOC-ethanol(41)	148	148	1.19E-04	3.901	×	×	×	1.19E-04	3.901	×	×	×	0.219	1.225	○	○	○	×
TVOC(55)	148	148	9.35E-06	4.508	×	×	×	9.51E-06	4.508	×	×	×	0.160	1.262	○	○	○	×

図3 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤による対数值TVOCの散布図

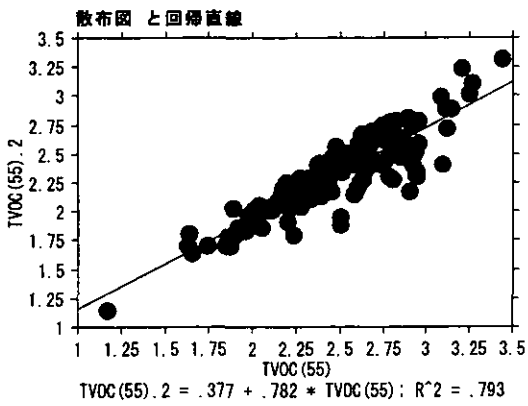
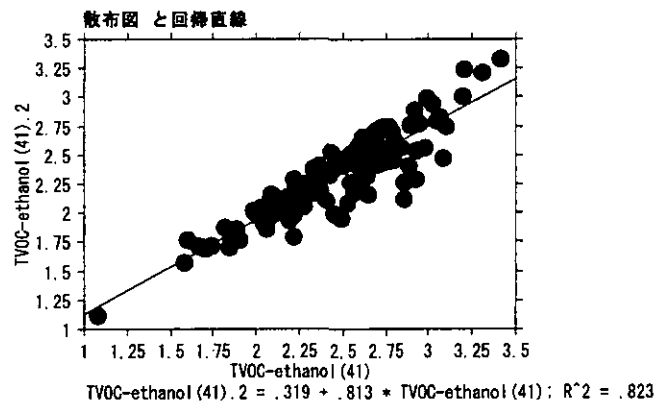
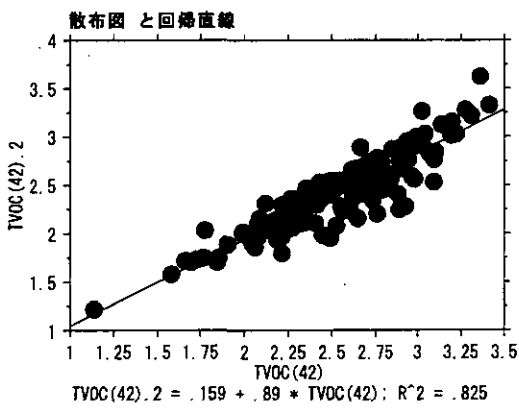
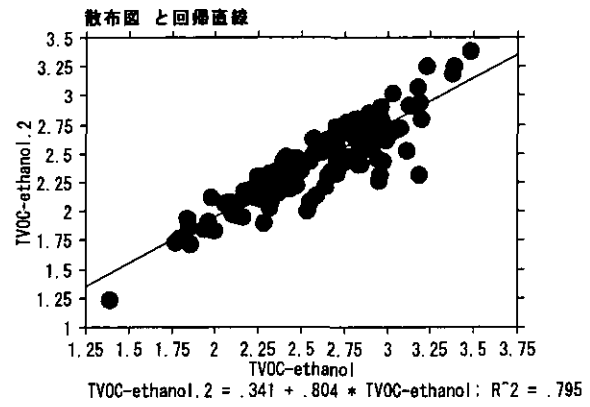
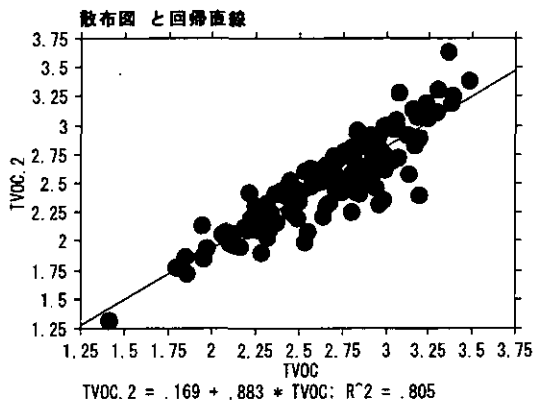


表3 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤における
対数値TVOCの相関性

	相関式	R ²	相関	p値
TVOC	$y=0.169+0.883x$	0.805	0.897	<0.0001
TVOC-ethanol	$y=0.341+0.804x$	0.795	0.891	<0.0001
TVOC(42)	$y=0.159+0.89x$	0.825	0.909	<0.0001
TVOC-ethanol(41)	$y=0.319+0.813x$	0.823	0.907	<0.0001
TVOC(55)	$y=0.377+0.782x$	0.793	0.891	<0.0001

表4 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤における存在状況 1

in	n		平均値		中央値		幾何平均値		最小値					
	101+ 91L	91L	101+91L	91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L				
TVOC	148	148	615.763	558.554	1.102	496.969	283.521	1.753	397.018	269.889	1.471	21.016	15.903	1.321
TVOC-ethanol	148	148	509.273	319.164	1.596	380.171	217.427	1.748	327.603	209.713	1.562	19.340	12.165	1.590
TVOC(42)	148	148	510.697	499.613	1.022	401.816	241.706	1.662	312.673	220.367	1.419	8.632	11.733	0.736
TVOC-ethanol(41)	148	148	404.208	260.224	1.553	307.762	168.488	1.827	245.001	162.847	1.504	6.955	7.995	0.870
TVOC(55)	148	148	438.651	263.112	1.667	330.523	186.051	1.777	271.499	170.915	1.589	10.013	8.829	1.134

out	n		平均値		中央値		幾何平均値		最小値					
	101+ 91L	91L	101+91L	91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L	101+91L/ 91L				
TVOC	89	89	64.549	56.317	1.146	49.156	38.374	1.281	50.432	37.308	1.352	2.825	1.887	1.497
TVOC-ethanol	89	89	64.135	55.985	1.146	49.156	38.374	1.281	50.209	37.111	1.353	2.825	1.887	1.497
TVOC(42)	89	89	45.086	39.958	1.128	36.924	26.637	1.386	35.052	28.034	1.250	2.002	1.887	1.061
TVOC-ethanol(41)	89	89	44.671	39.626	1.127	36.924	26.637	1.386	34.810	27.801	1.252	2.002	1.887	1.061
TVOC(55)	89	89	52.020	46.472	1.119	42.757	30.996	1.379	40.341	31.054	1.299	2.825	1.887	1.497

表4 ORBO91L単独捕集剤とORBO91L+ORBO101連結捕集剤における存在状況 2

in	10%						90%			95%			最大値			
	101+91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L	
	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L
TVOC	129.664	85.919	1.509	1340.276	988.331	1.356	1651.266	1480.186	1.116	3039.261	17428.669	0.174				
TVOC-ethanol	113.825	71.598	1.590	983.735	609.168	1.615	1480.160	807.219	1.834	3039.261	2411.039	1.261				
TVOC(42)	106.723	70.104	1.522	1107.519	875.631	1.265	1508.023	1242.105	1.214	2598.807	17346.826	0.150				
TVOC-ethanol(41)	86.210	53.842	1.601	844.379	510.512	1.654	1164.479	644.170	1.808	2598.807	2150.194	1.209				
TVOC(55)	88.238	57.744	1.528	862.061	491.533	1.754	1302.454	635.623	2.049	2735.974	2082.580	1.314				

out	10%						90%			95%			最大値			
	101+91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L		101+91L/ 91L	
	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L	101+91L	91L
TVOC	24.105	13.657	1.765	118.171	96.583	1.224	135.839	151.367	0.897	305.825	398.720	0.767				
TVOC-ethanol	23.673	13.528	1.750	118.171	94.110	1.256	135.839	151.367	0.897	299.491	398.720	0.751				
TVOC(42)	11.922	10.355	1.151	84.943	79.468	1.069	103.822	100.204	1.036	174.123	227.605	0.765				
TVOC-ethanol(41)	11.922	10.239	1.164	83.270	75.551	1.102	103.822	100.204	1.036	167.789	227.605	0.737				
TVOC(55)	13.736	11.468	1.198	91.973	73.039	1.259	106.691	127.151	0.839	276.951	329.784	0.840				