

図1 フタル酸エステル系可塑剤(21物質)の化学構造

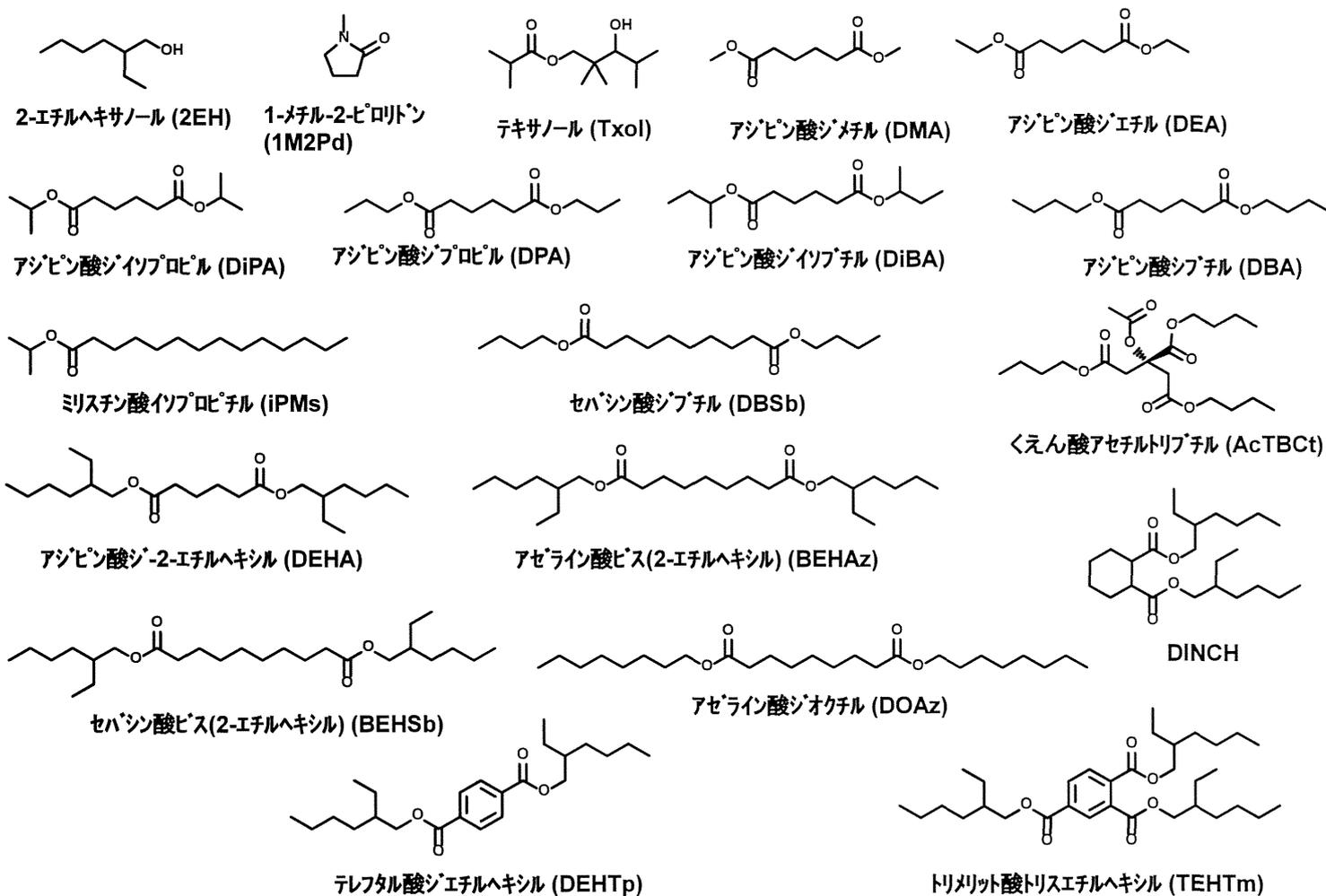
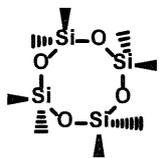
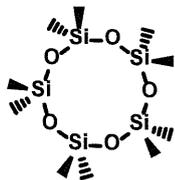


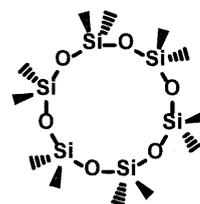
図 2-1 非フタル酸エステル系可塑剤(23 物質中 19 物質)の化学構造



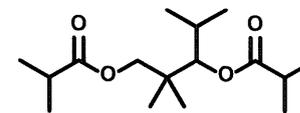
オクタメチルテトラシクロシロキサン
(D4)



デカメチルペンタシクロシロキサン
(D5)



ドデカメチルヘキサシクロシロキサン
(D6)



TXIB

図 2-2 非フタル酸エステル系可塑剤(23 物質中 4 物質)の化学構造

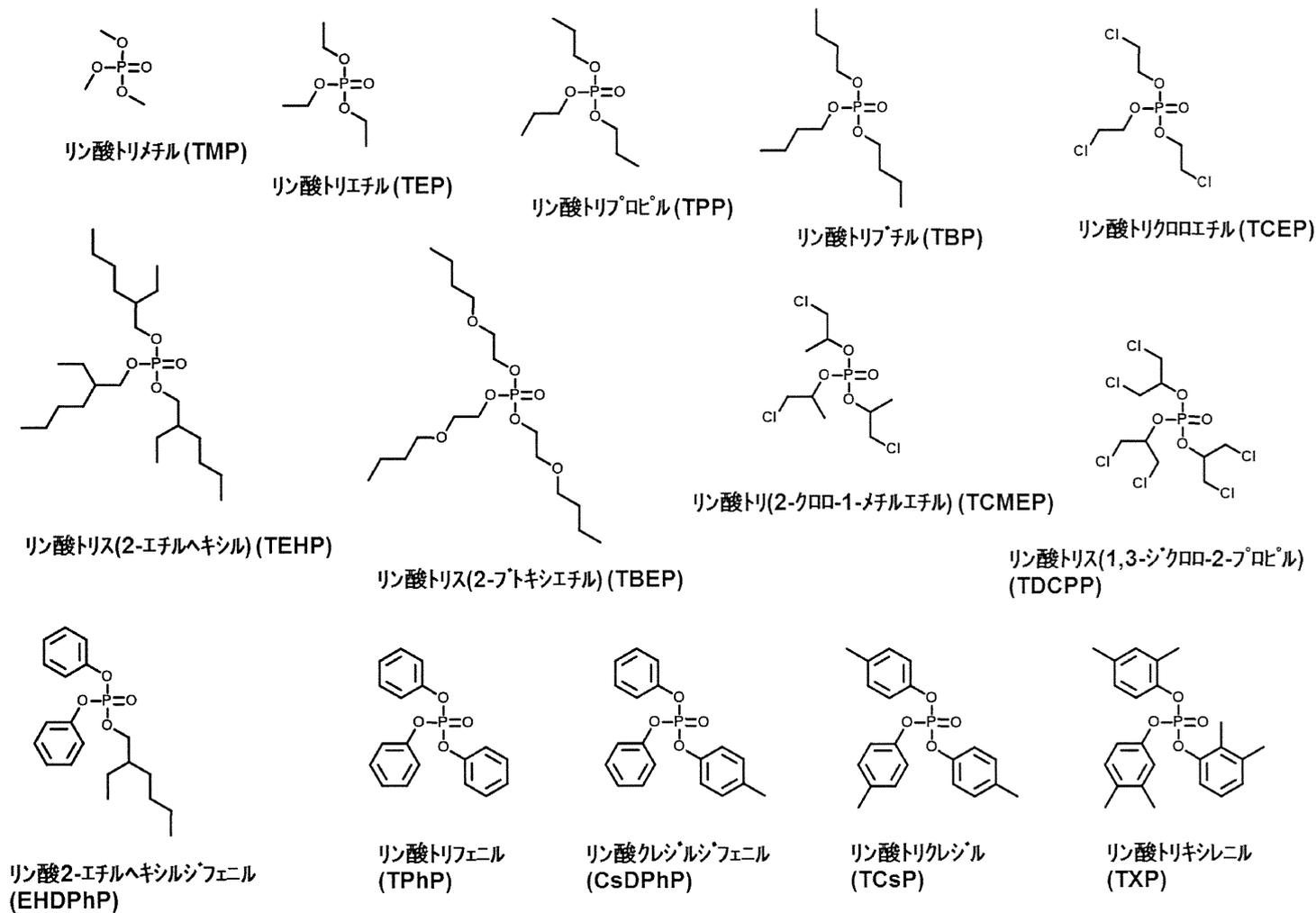
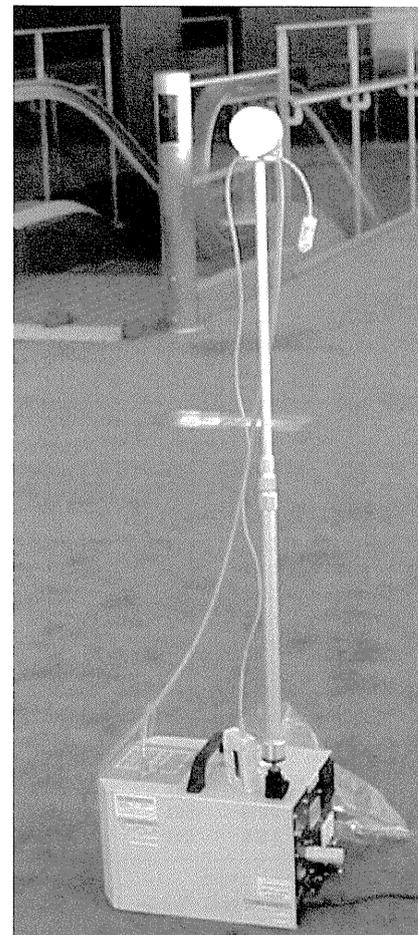
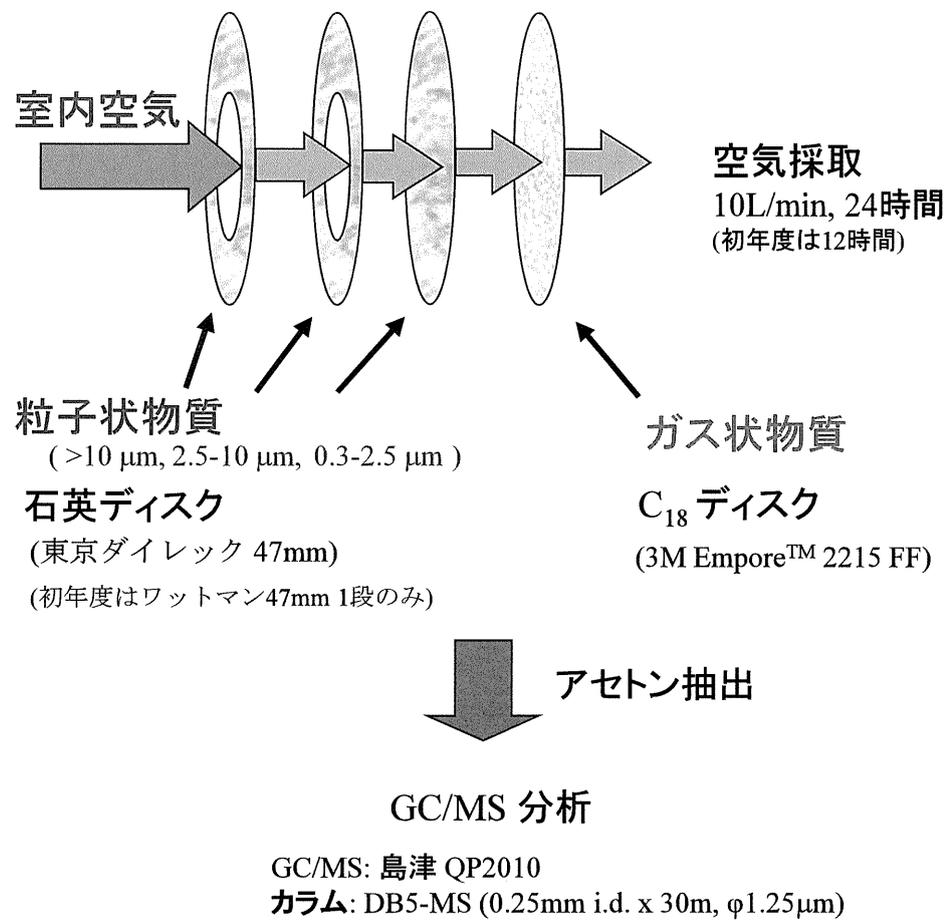


図3 有機リン系難燃剤類 14 物質の化学構造



SP-208 10 L ポンプ

図4 室内空気中の準揮発性化合物の捕集及び分析

表1 可塑剤及び有機リン系難燃剤 58 物質の GC/MS 分析における保持時間及び測定イオン

略号	分子量	保持時間 (min)	定量イオン (<i>m/z</i>)	参照イオン (<i>m/z</i>)	参照イオン (<i>m/z</i>)	略号	分子量	保持時間 (min)	定量イオン (<i>m/z</i>)	参照イオン (<i>m/z</i>)	参照イオン (<i>m/z</i>)	略号	分子量	保持時間 (min)	定量イオン (<i>m/z</i>)	参照イオン (<i>m/z</i>)	参照イオン (<i>m/z</i>)
アントラセン-d ₁₀	188	10.87	188	94	160	D4	297	5.73	281	265	249	TMP	140	5.31	110	79	95
DMP	194	9.08	163	194	164	2EH	99	6.19	70	83	69	TEP	182	6.86	99	155	127
DEP	222	9.79	149	177	150	1M2Pdn	99	6.27	99	98	100	TPrP	224	8.60	99	141	123
DiPP	250	10.07	149	150	209	D5	371	6.92	355	267	339	TBP	266	9.99	99	155	211
DAP	246	10.48	149	189	132	DMA	174	7.72	114	101	143	TCEP	286	10.53	63	249	251
DPP	250	10.58	149	209	191	D6	445	8.06	341	429	325	TCMEP	328	10.67	125	201	277
DiBP	278	10.95	149	150	223	DEA	202	8.62	111	157	128	TD CPP	431	13.03	191	209	381
DBP	278	11.33	150	205	223	Txol	216	8.66	89	173	143	TBEP	397	13.29	125	199	299
DPeP	306	12.11	149	237	219	DiPA	230	9.00	129	111	171	TPhP	326	13.55	326	169	215
DiHP	334	12.72	149	251	150	DPA	230	9.66	129	111	171	EHDPhP	362	13.61	251	250	94
BPBG	336	12.85	149	263	133	TXIB	286	9.79	71	173	243	TEHP	435	13.62	113	112	153
DHP	334	13.05	149	150	251	DiBA	258	10.17	129	185	111	CsDPhP	340	14.11	340	339	165
BBzP	312	13.19	149	91	206	DBA	258	10.51	129	185	111	BEHAz	413	15.82	171	112	283
DiHpP	363	13.84	149	99	70	iPMs	270	10.75	228	211	185	TTP	368	15.83	368	165	243
DEHP	391	14.34	279	280	113	DBSb	314	12.13	241	185	199	DINCH	425	16.87	155	55	85
DHpP	363	14.36	265	247	176	AcTBCT	402	12.46	185	129	259	BEHSb	427	17.10	185	112	315
DcHP	330	14.44	249	67	231	DEHA	371	13.27	129	147	112	TXP	410	17.47	193	410	209
DPhP	318	14.66	225	226	104	DEHTP	391	16.45	112	167	261	DOAz	413	17.61	171	283	152
DOP	391	16.30	149	150	279	TEHTm	547	23.38	305	193	323						
DBzP	346	16.97	91	107	149												
DiNP	419	17.72	149	71	85												
DiDP	447	18.25	149	73	57												

表2 2013年の札幌市の住宅における室内空气中可塑剤及び有機リン系難燃剤濃度

No. 化合物名	(μg/m ³)												12h 定量下限値
	住居1		住居2		住居3		住居4		住居5		住居6		
	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	
1 DMP	0.057	0.076	0.10	0.21	0.068	0.12	0.069	0.16	0.057	0.17			0.004
2 DEP	0.29	0.098	0.23	0.35	0.16	0.26	0.14	0.31	0.14	0.44	0.006	0.020	0.01
3 DiPP													0.001
4 DAP													0.001
5 DPP													0.001
6 DiBP	0.17	0.19	0.14	0.22	0.19	0.20	0.094	0.11	0.20	0.062	0.059	0.023	0.004
7 DBP	0.39	0.64	2.7	3.3	2.6	4.0	1.3	3.1	1.3	2.1	0.14	0.10	0.03
8 DPeP													0.001
9 DiHP													0.001
10 BPBG													0.001
11 DHP													0.001
12 BBzP	0.008	0.008	0.008	0.010	0.022	0.072		0.032	0.064	0.042	0.004	0.005	0.001
13 DiHpP			0.021					0.012					0.002
14 DEHP	0.80	0.51	0.38	1.1	2.4	1.1	1.4	0.82	1.5	0.77	0.31	0.48	0.02
15 DHpP	0.006	0.011	0.004		0.023	0.008				0.013			0.006
16 DcHP		0.004			0.014								0.006
17 DPhP													0.001
18 DOP						0.005							0.001
19 DiNP	0.050	0.134	0.052	0.070		0.008	0.29	0.23	0.031	0.36	0.012	0.021	0.006
20 DiDP	0.030	0.061	0.028		0.019		0.026	0.028	0.007	0.19		0.016	0.02
21 1M2Pdn	2.8	1.8							0.14	0.53		0.20	0.002
22 DMA	3.2	6.1	0.39	0.91	0.88	0.97	0.40	0.074	0.090	0.37	9.8	13.2	0.006
23 DEA													0.002
24 Txol	8.8	7.4	10.4	13.7	5.9	7.3	2.9	1.2	0.35	2.2	20.8	10.4	0.02
25 DiPA		0.036	0.40		6.3	2.5	0.070	0.005	0.50	0.13			0.003
26 DiBA	0.44	0.41	0.92	0.80	0.46	0.68	0.38	0.027	0.064	0.18	0.34	0.028	0.005
27 DBA	0.73	0.002	1.2	1.2	1.5	2.8	0.80	0.097	0.19	0.15	0.007	0.003	0.001
28 DBSb		0.079	0.061	0.098	0.092	0.081	0.065	0.061	0.036	0.017		0.004	0.002
29 DEHA	0.038	0.029	0.11	0.42	0.35	0.054	0.043		0.46	0.59			0.02
30 DEHTp	0.007	0.006	0.006	0.009	0.006	0.007	0.006	0.006	0.005	0.027	0.005	0.005	0.002
31 BEHAz													0.002
32 BEHSb	0.094	0.10	0.11	0.13	0.12	0.11	0.098	0.098	0.021	0.073	0.013	0.007	0.001
33 DINCH													0.006
34 DOAz													0.002
35 TEHTmt													0.001
36 TMP													0.002
37 TEP											0.018	0.019	0.002
38 TPrP	0.054										0.32	0.15	0.001
39 TBP	0.060	0.068	0.078	0.11	0.085	0.084	0.055	0.093	0.036	0.075	0.052	0.039	0.01
40 TCEP	0.037	0.028	0.041	0.060	0.065	0.024	0.025	0.032			0.013	0.022	0.002
41 TCMEP			0.040	0.079	0.13	0.030	0.064	0.086			0.005	0.022	0.01
42 TDCPP			0.018										0.006
43 TBEP	0.032			0.040			0.043	0.032					0.006
44 TPhP		0.066	0.071	0.074	0.13	0.078			0.015	0.038			0.001
45 TEHP													0.001
46 EHDPHP						0.014							0.03
47 CsDPHP													0.001
48 TTP			0.018										0.01
49 TXP													0.06

表3 表2の可塑剤及び有機リン系難燃剤濃度の粒子状物質として検出した割合

No. 化合物名	住居1		住居2		住居3		住居4		住居5		住居6	
	居間	寝室										
1 DMP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
2 DEP	0%	0%	0%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
3 DiPP												
4 DAP		0%	0%	0%								
5 DPP												
6 DiBP	1%	3%	3%	1%	11%	8%	4%	0%	14%	100%	15%	18%
7 DBP	3%	10%	10%	1%	23%	16%	8%	2%	9%	8%	63%	68%
8 DPeP												
9 DiHP												
10 BPBG												
11 DHP												
12 BBzP	53%	55%	100%	100%	100%	94%		55%	90%	90%	100%	100%
13 DiHPP			100%					100%				
14 DEHP	100%	99%	99%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%
15 DHpP	52%	53%	66%	99%	91%	100%			100%	65%		
16 DcHP		0%	52%	52%	67%	100%						
17 DPhP												
18 DOP						100%						
19 DiNP	100%	100%	100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
20 DiDP	100%	100%	100%		100%		100%	100%	100%	99%		100%
21 1M2Pdn	0%	0%	0%	0%					0%	0%		0%
22 DMA	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
23 DEA												
24 Txol	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
25 DiPA	0%	0%	3%		2%	8%	0%	0%	16%	11%	0%	26%
26 DiBA	1%	5%	2%	1%	8%	5%	2%	8%	16%	9%	11%	7%
27 DBA	8%	100%	0%	0%	13%	4%	24%	100%	0%	0%	100%	100%
28 DBSb		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		100%
29 DEHA	97%	93%	100%	89%	100%	96%	100%		100%	100%		
30 DEHTp	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
31 BEHAz												
32 BEHSb	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	100%
33 DINCH												
34 DOAz												
35 TEHTmt												
36 TMP												
37 TEP												100%
38 TPrP	0%				0%	0%					0%	0%
39 TBP	12%	11%	36%	5%	34%	23%	23%	12%	0%	0%	12%	20%
40 TCEP	40%	50%	61%	25%	100%	100%	100%	39%			100%	100%
41 TCMEP	0%	0%	100%	11%	100%	100%	100%	71%	100%	100%	100%	100%
42 TDCPP			100%									
43 TBEP	100%			100%			100%	100%				
44 TPhP		100%	100%	100%	100%	100%			100%	100%		
45 TEHP												
46 EHDPHP					100%		100%	100%				
47 CsDPhP												
48 TTP			100%									
49 TXP												

表4 フタル酸エステル系可塑剤の室内空气中濃度 (2013, 2014)

2013						2014					
(μg/m ³)						(μg/m ³)					
番号	化合物名	中央値	最大値	n	定量下限値	番号	化合物名	中央値	最大値	n	定量下限値
1	DMP	0.019	0.12	19	0.002	1	DMP	0.070	0.44	50	0.002
2	DEP	0.033	0.20	20	0.004	2	DEP	0.11	0.39	49	0.004
3	DiPP			0	0.00007	3	DiPP			0	0.00007
4	DAP			0	0.00007	4	DAP			0	0.00007
5	DPP			0	0.00007	5	DPP			0	0.00007
6	DiBP	0.067	0.48	21	0.003	6	DiBP	0.27	3.0	50	0.003
7	DBP	0.15	0.46	21	0.01	7	DBP	0.65	3.6	50	0.01
8	DPeP			0	0.002	8	DPeP			0	0.002
9	DiHP			0	0.00007	9	DiHP			0	0.00007
10	BPBG			0	0.00007	10	BPBG			0	0.00007
11	DHP	0.0013	0.0013	1	0.00007	11	DHP		0.027	5	0.00007
12	BBzP	0.022	0.022	1	0.003	12	BBzP	0.004	0.044	30	0.003
13	DiHpP	0.059	0.059	1	0.00007	13	DiHpP			0	0.00007
14	DEHP	0.086	0.27	16	0.02	14	DEHP	0.60	1.3	50	0.02
15	DHpP	0.0029	0.0029	1	0.00007	15	DHpP			0	0.00007
16	DcHP			0	0.0002	16	DcHP			0	0.0002
17	DPhP			0	0.00007	17	DPhP			0	0.00007
18	DOP	0.0055	0.012	8	0.00007	18	DOP		0.062	16	0.00007
19	DBzP			0	0.00007	19	DBzP			0	0.00007
20	DiNP	0.02	0.02	1	0.01	20	DiNP	0.01	0.14	27	0.01
21	DiDP			0	0.02	21	DiDP			0	0.02

表5 フタル酸エステル系可塑剤の室内空気中における存在形態(2013)

番号	化合物名	>10 μm			2.5-10 μm			0.3-2.5 μm			Gas		
		中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n
1	DMP	7%	8%	4	8%	10%	4	14%	14%	1	100%	100%	19
2	DEP	8%	9%	7	10%	14%	10	23%	63%	9	91%	100%	20
3	DiPP			0			0			0			0
4	DAP			0			0			0			0
5	DPP			0			0			0			0
6	DiBP	9%	12%	15	14%	25%	16	68%	100%	21	13%	42%	16
7	DBP	10%	11%	14	16%	20%	18	73%	100%	21	8%	25%	9
8	DPeP			0			0			0			0
9	DiHP			0			0			0			0
10	BPBG			0			0			0			0
11	DHP			0			0	100%	100%	1			0
12	BBzP	16%	16%	1	20%	20%	1	64%	64%	1			0
13	DiHpP	11%	11%	1	18%	18%	1	66%	66%	1	5%	5%	1
14	DEHP	7%	7%	1	13%	20%	3	100%	100%	16	7%	7%	1
15	DHpP			0			0	100%	100%	1			0
16	DcHP			0			0			0			0
17	DPhP			0			0			0			0
18	DOP	25%	33%	5	28%	33%	5	36%	100%	8	22%	25%	3
19	DBzP			0			0			0			0
20	DiNP			0			0	100%	100%	1			0
21	DiDP			0			0			0			0

表6 フタル酸エステル系可塑剤の室内空気中における存在形態(2014)

番号	化合物名	>10 μm			2.5-10 μm			0.3-2.5 μm			Gas		
		中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n
1	DMP		48%	17		46%	16		6%	5	100%	100%	49
2	DEP	5%	22%	40	7%	28%	42		19%	8	86%	100%	49
3	DiPP			0			0			0			0
4	DAP			0			0			0			0
5	DPP			0			0			0			0
6	DiBP	8%	23%	50	14%	33%	50	41%	64%	50	35%	78%	50
7	DBP	8%	14%	50	15%	38%	50	52%	72%	50	24%	69%	50
8	DPeP			0			0			0			0
9	DiHP			0			0			0			0
10	BPBG			0			0			0			0
11	DHP		26%	2		29%	2	100%	100%	5			0
12	BBzP		16%	5		100%	10	100%	100%	29		41%	1
13	DiHpP			0			0			0			0
14	DEHP	10%	19%	44	19%	45%	49	69%	100%	50	4%	15%	30
15	DHpP			0			0			0			0
16	DcHP			0			0			0			0
17	DPhP			0			0			0			0
18	DOP		100%	4		100%	7	78%	100%	14			0
19	DBzP			0			0			0			0
20	DiNP		31%	1		39%	3	100%	100%	27			0
21	DiDP			0			0			0			0

表7 非フタル酸エステル系可塑剤の室内空气中濃度(2013, 2014)

2013						2014					
(μg/m ³)						(μg/m ³)					
番号	化合物名	中央値	最大値	n	定量下限値	番号	化合物名	中央値	最大値	n	定量下限値
1	2EH	1.07	5.12	21	0.04	1	c(SiMe2O)4	0.034	1.0	50	0.00007
2	1M2Pdn	0.11	0.34	10	0.05	2	2EH	1.0	28.3	50	0.04
3	DMA	0.028	0.20	15	0.01	3	1M2Pdn	0.06	0.98	28	0.05
4	DEA			0	0.0001	4	c(SiMe2O)5	1.1	36.0	50	0.00007
5	Txol	0.50	2.14	21	0.02	5	DMA	0.06	7.2	49	0.01
6	DiPA	0.0077	0.74	17	0.001	6	c(SiMe2O)6	0.5	6.0	50	0.00007
7	DPA			0	0.0001	7	DEA			0	0.0001
8	DiBA	0.027	0.056	13	0.01	8	Txol	1.0	14.1	50	0.02
9	DBA	0.0041	0.24	8	0.001	9	DiPA	0.008	6.5	47	0.001
10	iPMs	0.052	2.04	19	0.01	10	TXIB	0.73	4.1	50	0.00007
11	DBSb	0.0059	0.018	10	0.002	11	DPA			0	0.0001
12	AcTBCt	0.017	0.11	10	0.002	12	DiBA	0.039	0.29	44	0.01
13	DEHA	0.0044	0.013	8	0.003	13	DBA	0.008	1.1	40	0.001
14	DEHTP	0.0069	0.029	2	0.004	14	iPMs	0.33	3.8	50	0.01
15	BEHAz			0	0.0001	15	DBSb		0.082	24	0.002
16	BEHSb	0.0022	0.0063	10	0.0002	16	AcTBCt	0.010	0.11	49	0.002
17	DINCH	0.0040	0.0043	3	0.0001	17	DEHA	0.018	0.11	49	0.003
18	DOAz			0	0.0001	18	DEHTP		0.021	17	0.0001
19	TEHTmt	0.018	0.022	2	0.002	19	BEHAz			0	0.0001
						20	BEHSb	0.0023	0.061	32	0.0002
						21	DINCH			0	0.0001
						22	DOAz			0	0.004
						23	TEHTmt		0.017	4	0.002

表8 非フタル酸エステル系可塑剤の室内空気中における存在形態(2013)

番号	化合物名	>10 μm			2.5-10 μm			0.3-2.5 μm			Gas		
		中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n
1	2EH			0			0			0	100%	100%	21
2	1M2Pdn			0			0			0	100%	100%	10
3	DMA	8%	11%	3	12%	13%	3			0	100%	100%	16
4	DEA			0			0			0			0
5	Txol	7%	11%	17	9%	15%	18	11%	58%	17	77%	100%	21
6	DiPA	13%	21%	10	20%	51%	13	54%	100%	17	36%	78%	7
7	DPA			0			0			0			0
8	DiBA			0			0	100%	100%	13			0
9	DBA	20%	100%	4	29%	50%	5	67%	100%	7			0
10	iPMs	8%	9%	6	13%	14%	7	44%	68%	11	72%	100%	19
11	DBSb			0			0	71%	100%	7	45%	100%	7
12	AcTBCt	21%	50%	6	15%	33%	5	71%	100%	10	18%	18%	2
13	DEHA	27%	29%	2	28%	30%	2	100%	100%	7	62%	100%	2
14	DEHTP			0	37%	37%	1	82%	100%	2			0
15	BEHAz			0			0			0			0
16	BEHSb			0	49%	100%	5	100%	100%	9	32%	32%	1
17	DINCH			0			0	100%	100%	3			0
18	DOAz			0			0			0			0
19	TEHTmt	34%	34%	1	41%	50%	2	42%	50%	2			0

表9 非フタル酸エステル系可塑剤の室内空気中における存在形態(2014)

番号	化合物名	>10 μm			2.5-10 μm		0.3-2.5 μm			Gas			
		中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n
1	c(SiMe2O)4		25%	4		26%	3		44%	2	100%	100%	50
2	2EH			0			0			0	100%	100%	50
3	1M2Pdn			0			0			0	100%	100%	28
4	c(SiMe2O)5		39%	42		51%	42		35%	20	100%	100%	49
5	DMA		4%	5		7%	5		0.1%	1	100%	100%	49
6	c(SiMe2O)6	3%	71%	44	3%	29%	48		56%	7	93%	100%	49
7	DEA			0			0			0			0
8	Txol	6%	14%	49	7%	16%	50	2%	10%	36	84%	96%	50
9	DiPA	24%	59%	45	30%	58%	47	24%	59%	42		96%	19
10	TXIB	6%	40%	48	8%	39%	48	10%	100%	50	75%	94%	48
11	DPA			0			0			0			0
12	DiBA		12%	6		100%	21	67%	100%	40		100%	20
13	DBA		90%	14		100%	17	51%	100%	36		100%	13
14	iPMs	8%	14%	47	11%	21%	48	6%	18%	45	74%	100%	50
15	DBSb		18%	6		100%	7	100%	100%	22		100%	3
16	AcTBCt		20%	16	20%	100%	32	74%	100%	48		9%	6
17	DEHA		17%	22	20%	100%	33	70%	100%	48		9%	4
18	DEHTP			0		20%	1	100%	100%	17			0
19	BEHAz			0			0			0			0
20	BEHSb		29%	4	12%	100%	16	83%	100%	31		25%	2
21	DINCH			0			0			0			0
22	DOAz			0			0			0			0
23	TEHTmt		51%	1		22%	1	100%	100%	4			0

表 10 有機リン系難燃剤の室内空气中濃度(2013, 2014)

2013					
(μg/m ³)					
番号	化合物名	中央値	最大値	n	定量下限値
1	TMP			0	0.00007
2	TEP	0.0040	0.015	21	0.00007
3	TPP			0	0.00007
4	TBP	0.010	0.029	14	0.006
5	TCEP	0.0067	0.034	19	0.00007
6	TCMEP	0.010	0.018	14	0.003
7	TDCPP	0.0036	0.0052	5	0.0002
8	TBEP	0.013	0.029	11	0.0002
9	TPhP	0.0027	0.0089	14	0.0007
10	TEHP	0.0031	0.0031	1	0.00007
11	EHDPhP	0.0041	0.044	16	0.00007
12	CsDPhP	0.0019	0.0019	2	0.00007
13	TTP	0.0021	0.013	10	0.00007
14	TXP			0	0.002

2014					
(μg/m ³)					
番号	化合物名	中央値	最大値	n	定量下限値
1	TMP			0	0.00007
2	TEP	0.0046	0.051	50	0.00007
3	TPP			0	0.00007
4	TBP	0.036	0.22	44	0.006
5	TCEP	0.006	0.11	35	0.00007
6	TCMEP	0.025	0.25	50	0.003
7	TDCPP		0.028	14	0.0002
8	TBEP		0.089	17	0.0002
9	TPhP	0.0046	0.088	40	0.0007
10	TEHP			0	0.00007
11	EHDPhP	0.0071	0.048	42	0.0007
12	CsDPhP			0	0.00007
13	TTP		0.017	20	0.00007
14	TXP			0	0.002

表 11 有機リン系難燃剤の室内空気中における存在形態 (2013)

番号	化合物名	>10 μm			2.5-10 μm			0.3-2.5 μm			Gas		
		中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n
1	TMP			0			0			0			0
2	TEP	30%	35%	16	35%	48%	18	38%	100%	21	44%	63%	2
3	TPP			0			0			0			0
4	TBP			0			0	71%	100%	2	100%	100%	14
5	TCEP	29%	50%	13	30%	50%	13	41%	100%	17	40%	100%	6
6	TCMEP	30%	32%	4	27%	33%	8	77%	100%	14			0
7	TDCPP			0			0	100%	100%	5			0
8	TBEP	33%	50%	6	48%	50%	7	51%	100%	9	29%	29%	1
9	TPhP	20%	30%	3	34%	100%	6	100%	100%	13	14%	14%	1
10	TEHP			0			0	100%	100%	1			0
11	EHDPhP	33%	49%	6	33%	49%	8	52%	100%	15	7%	7%	1
12	CsDPhP			0			0	75%	100%	2	50%	50%	1
13	TTP	24%	25%	2	24%	25%	2	100%	100%	10	24%	25%	2
14	TXP			0			0			0			0

表 12 有機リン系難燃剤の室内空気中における存在形態(2014)

番号	化合物名	>10 μm			2.5-10 μm			0.3-2.5 μm			Gas		
		中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n	中央値	最大値	n
1	TMP			0			0			0			0
2	TEP	33%	51%	49	36%	100%	50	26%	46%	37		86%	9
3	TPP			0			0			0			0
4	TBP		10%	3		19%	6	22%	100%	34	75%	100%	38
5	TCEP		51%	15	21%	49%	22	64%	100%	32		100%	5
6	TCMEP	13%	21%	39	21%	51%	48	66%	100%	50		9%	1
7	TDCPP		24%	2		36%	4	100%	100%	14			0
8	TBEP		23%	2		100%	5	100%	100%	16			0
9	TPhP		50%	16	16%	45%	22	69%	100%	40		13%	4
10	TEHP			0			0			0			0
11	EHDPhP		32%	8		50%	15	100%	100%	42		29%	1
12	CsDPhP			0			0			0			0
13	TTP		32%	1		31%	2	100%	100%	20			0
14	TXP			0			0			0			0

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）
分担研究報告書

室内環境における準揮発性有機化合物の多経路曝露評価に関する研究

防蟻剤・殺虫剤による室内環境汚染と曝露評価

研究分担者 上村 仁 神奈川県衛生研究所 理化学部 主任研究員

研究要旨

室内空気中に存在する可能性のある準揮発性有機化合物（SVOC）のうち、防蟻剤・殺虫剤について、測定法を検討し、以下に示す方法を構築した。

対象化合物はピレスロイド系及び類似の殺虫剤としてアレスリン等 9 物質、ネオニコチノイド及び類似の殺虫剤としてイミダクロプリド等 10 物質、その他、家庭内で使用される可能性のある殺虫剤等としてヒドラメチルノン等 3 物質とした。

空気中の SVOC の捕集には、酸化防止剤として BHT を含浸させた石英フィルターとエムポアディスク C18 を積層して使用し、10L/分で 24 時間空気を吸引してフィルター上に捕集した。ハウスダストは専用のダストバッグを装着したハンディクリーナーを用い、部屋全体から捕集した。

抽出にはアセトンによる超音波抽出を使用した。測定はアレスリン、ビフェントリン、フタルスリン、フェノトリン、アクリナトリン、ペルメトリン、トラロメトリン、シラフルオフエン、エトフェンプロックス、クロルフェナピルについては GC/MS 法 (SIM 法) または GC/MS/MS 法 (MRM 法) を使用し、チクロプリド、アセタミプリド、ニテンピラム、ジノテフラン、イミダクロプリド、チアメトキサム、クロチアニジン、フロニカミド、エチプロール、ヒドラメチルノン、ピリプロキシフェン、ルフエヌロンについては LC/MS/MS 法を使用した。GC/MS 法では内部標準としてアセナフテン-d10 を用いる内部標準法、LC/MS/MS 法では絶対検量線法で定量を行った。

以上の分析法で定量下限値は測定段階で GC/MS 法において 5 μ g/L、LC/MS/MS 法において 0.5 μ g/L であり、空気吸引量 14.4m³ の場合、サンプル濃度としてそれぞれおよそ 0.35 ng/m³、0.035 ng/m³、ハウスダスト試料 250mg に対してはそれぞれ 20ng/g、2ng/g と見積もられた。

全国 50 軒の一般家庭における実態調査の結果、33 軒の家庭の空気試料から殺虫剤成分が検出された。検出されたのはジノテフラン、ニテンピラム、エチプロール、フィプロニル、アレスリン、トラロメトリン、ビフェントリン、フェノトリン、ペルメトリン、フタルスリン、エトフェンプロックス、シラフルオフエンであった。

ほとんどの検体では石英フィルター上で殺虫剤成分は検出され、これらの成分が主として粒子状あるいは粒子状物質に吸着した形で室内空气中に浮遊しているものと考えられた。ハウスダストは 44 検体について分析を実施した。このうち 36 軒の家庭の検体から殺虫剤成分が検出された。検出されたのはイミダクロプリド、クロチアニジン、ニテンピラム、チアクロプリド、チアメトキサム、エチプロール、フィプロニル、アレスリン、ビフェントリン、フェノトリン、ペルメトリン、フタルスリン、エトフェンプロックス、シラフルオフェンであった。

広く普及している家庭用殺虫剤の主成分であるピレスロイド系殺虫剤が高頻度、高濃度で検出された。特に、蚊取り線香に多用されるアレスリン、ペルメトリン、フタルスリンが高頻度あるいは高濃度で検出される傾向があった。室内で使用された殺虫剤が検出されたケースが多いと考えられるが、屋外で使用された殺虫剤が室内に流入して検出されたことが推測されるケースもあった。

ネオニコチノイド系殺虫剤は空気中からの検出頻度、濃度とも低く、ハウスダスト中濃度も概ね低い値であった。

A. 研究目的

「室内」は人が日常生活の大半の時間を過ごす空間であり、揮発性有機化合物(VOC)への曝露という観点から室内空気は食品、飲料水や大気に匹敵する重要な曝露媒体であると言える。一方、準揮発性有機化合物(SVOC)と総称される比較的沸点の高い化合物(沸点 240℃ないし 260℃~400℃)についても室内環境中の曝露媒体が重要な役割を担うことが最近の研究で明らかにされつつある。ただし、SVOC の場合にはガス状のみではなく大部分が浮遊粒子状物質(SPM)やハウスダストに分配/吸着した状態で存在し、存在形態の差異に依存して異なる経路(経気道あるいは経口、経皮)で生体に取り込まれる。各々の曝露経路の吸収率は必ずしも同等ではないため、SVOC の精密なリスク評価を行うためには存在形態を考慮した室内環境媒体中濃度に関する情報が必要不可欠となる。しかし、このよう

な複数の室内環境媒体中の SVOC 濃度に関する情報、とりわけ国の行政施策に有用な全国規模の情報は極めて限られており、今後室内濃度指針等の策定を進める上で大きな障害となることが予想される。そこで、本研究では、室内環境中に存在する可能性のある SVOC のなかで、防蟻剤・殺虫剤について存在形態ごとの分別定量法の確立と全国規模の濃度情報の収集を図る。

平成 24 年度は対象とする防蟻剤・殺虫剤を選択し、それらについての分析法の作成を行った。

平成 25 年度は分析対象とする物質を追加するとともに、平成 24 年度に作成した分析法の中で不具合があった部分について修正を加えた。また、国立医薬品食品衛生研究所、全国 12 ヶ所の地方衛生研究所の協力により、21 軒の一般家庭において室内空気を採取し、そこに含まれる粒子状及びガス状の防蟻剤・殺虫剤の分

析を実施した。

平成 26 年度は平成 25 年度の全国調査で明らかになった試料採取法の問題点を修正した。また、国立医薬品食品衛生研究所、全国 22 ヶ所の地方衛生研究所の協力により、夏期に 50 軒の一般家庭において室内空気及びハウスダストを採取し、空気中に含まれる粒子状及びガス状の、ハウスダスト中の防蟻剤・殺虫剤の分析を実施した。

B. 研究方法

B-1. 試薬及び捕集剤

試薬

標準物質はいずれも和光純薬工業製のアレスリン、ビフェントリン、フタルスリン、フェノトリン、アクリナトリン、ペルメトリン、トラロメトリン、クロルフェナピル、エトフェンプロックス、シラフルオフエン、ピリプロキシフェン、チアクロプリド、アセタミプリド、ニテンピラム、ジノテフラン、イミダクロプリド、クロチアニジン、チアメトキサム、フィプロニル、フロニカミド、エチプロール、ルフエヌロン、ヒドラメチルノンを使用した。内部標準物質は平成 24 年度は C/D/N Isotope 社製のベンゾフェノン-d10 を使用したが、平成 25 年度以降は同社のアセナフテン-d10 を使用した。アセトン、メタノールは和光純薬工業製の残留農薬・PCB 試験用(5000 倍)を使用した。アセトニトリル、ギ酸は和光純薬工業製 LC/MS 用を使用した。蒸留水は和光純薬工業製 HPLC 用を使用した。ブチルヒドロキシトルエン(BHT)は和光純薬工業製

試薬特級を使用した。

捕集剤

石英フィルター(直径 47mm、粒子保持能 0.3 μ m：東京ダイレック製 Model 2500 QAT-UP)及びエムポアディスク(直径 47mm：住友 3M 製 C18 以下、ODS ディスクと表記)を用いた。平成 24 年度及び平成 25 年度は石英フィルターに GE ヘルスケア(ワットマン)製 QM-A(直径 47mm、粒子保持能 2.2 μ m)を用いたが、平成 26 年度は前記フィルターを使用した。石英フィルターは使用前に電気炉で 450 $^{\circ}$ C、4 時間加熱し、ODS ディスクはアセトン洗浄して不純物を除去した。

石英フィルター及び ODS ディスクは 1ppm BHT アセトン溶液に浸漬後、真空デシケーター中でアセトンを揮発させた後使用した。

B-2. 対象とする防蟻剤・殺虫剤の選定

家庭用殺虫剤・防蟻剤として汎用されるピレスロイド系殺虫剤、ネオニコチノイド系殺虫剤を中心に選定し、その他の殺虫剤やペット用のノミ取り剤からも選定した。表 1 に選定した化合物名を示した。

ピレスロイド系及び類似の殺虫剤は、標準物質が入手可能であったアレスリン、ビフェントリン、フタルスリン、フェノトリン、アクリナトリン、ペルメトリン、トラロメトリン、シラフルオフエン、エトフェンプロックスを対象とした。

ネオニコチノイド系及び類似の殺虫剤はチアクロプリド、アセタミプリド、ニテンピラム、ジノテフラン、イミダクロプリド、クロチアニジン、チアクロプリ