

令和2年度厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)
分担研究報告書

6. 建材から放散するSVOCの現場測定

研究分担者 篠原 直秀 国立研究開発法人産業技術総合研究所 主任研究員

研究要旨

本研究では、可塑剤・難燃剤成分として幅広く使われているSVOC（半揮発性有機化合物；Semi Volatile Organic Compounds）を対象に、一般家庭の住宅室内を対象として、床面から放散されるSVOCの放散量について調べた。対象物質としては、フタル酸エステル類、リン酸エステル類、2-エチル1-ヘキサノール、TXIB、テキサノールなどとした。以下では、測定結果について報告する。

A. 研究目的

フタル酸エステル類は、塩化ビニル樹脂の可塑剤などとして、建材や生活用品等に幅広く利用されている。リン酸エステル類は、樹脂や繊維の難燃剤として同様に広く利用されている。いずれの物質もVOCsに比べて蒸気圧が低いいため、室内環境中では空気中でガス状として存在するよりは物体表面やダスト表面にも付着して存在することが多い。また、2-エチル-1-ヘキサノールは、フタル酸ジエチルヘキシル（DEHP）やアジピン酸ジエチルヘキシル（DEHA）などの加水分解物であり、室内で検出されたとの報告も多い。

建材からの放散量は、建材中の含有量と関連しており、室内における各種曝露経路からの曝露量の評価や対策につながる情報と考えられる。

本研究は、住宅室内の床面からのフタル酸エステル類、リン酸エステル類、2-エチル-1-ヘキサノール等の放散量の実測を行い、室内濃度や居住者の曝露評価や対策の検討につなげることを目的とした。

B. 研究方法

一般住宅を対象に、PFS（図6-1）により床面からの放散量を計測した。PFSの拡散距離（床面から吸着剤までの距離）は、0.65 mmとし、拡散断面の直径は40 mm、捕集剤としてはENVI-18 DSK SPEディスクを用いた。

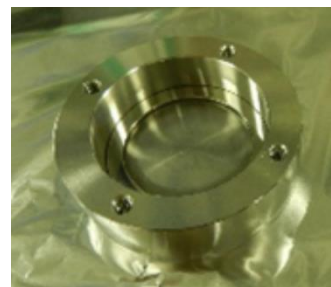


図6-1. 放散量測定器具（PFS）

対象の住宅は、2019年度（5月）は首都圏の7軒の住宅の居間と寝室、2020年度（1月）は国内の11軒の住宅の居間と寝室において、計測を行った。サンプリング時間は24時間とした。

内標入りのジクロロメタン3 mLで抽出後、GC-MS (Agilent, 5973-6890)で分析を行った。

2019年度の調査の試料については、フタル酸エステル類、リン酸エステル類、2-エチル-1-ヘキサノールなどについて分析した。2020年度の調査の試料については、フタル酸エステル類について分析した。

C. 結果

C.1 放散量測定結果

① フタル酸エステル類

2019年度の7軒の住宅では、DnBP, DiBP, DEHP が全ての住宅のほとんどの部屋で検出され、放散量(平均±SD)は 1.0 ± 1.0 , 1.6 ± 0.79 , $7.0 \pm 7.3 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ だった。DINP, DINCH などについては、バックグラウンドが高く、分析法の改善が必要なことが示唆された。2020年度の9軒の住宅では、DEP, DnBP, DiBP, DEHP が全ての住宅の全ての部屋で検出され、平均放散量は 2.5 ± 1.8 , 2.1 ± 2.0 , 2.1 ± 1.1 , $5.4 \pm 8.3 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ だった。

② リン酸エステル類

TBEP, TCEP, TCPP が全7部屋14室で検出され、平均放散量は 62 ± 18 , 4.8 ± 1.7 , $40 \pm 9.1 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ だった。

③ 2-エチル-1-ヘキサノール・テキサノール

2-エチル-1-ヘキサノールとテキサノールは全ての住宅の全ての部屋で検出され、平均放散量は 34 ± 10 , $23 \pm 12 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ だった。TXIBは1部屋を除きすべての部屋で検出し、平均放散量は $6.7 \pm 7.4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ だった。

C.2 物質間の相関

フタル酸エステル類の濃度に物質間の相関はみられなかった(図6-2)。また、DEHPと加水分解生成物の2-エチル-1-ヘキサノールの間にも相関はみられなかった(図6-3)。

C.3 室内濃度との相関

2019年度の調査で、代表研究者の「金勲」が測定した空気中のフタル酸エステル類の濃度と比較したところ、濃度と放散量の間にも相関はみられなかった(図6-4)。換気回数の違いや発生源面積の違いによると考えられる。

D. 結論

実住宅計16軒32部屋において、床面からのSVOCの放散量の計測を行った。今後、SVOC放散量とハウスダスト中SVOC濃度の関係について解析を進める方針である。

E. 研究発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表6-1. 2019年度調査における住宅室内の主なフタル酸エステル類放散量

[μg/m ² /h]	ID166		ID168		ID169		ID170		ID172		ID180		ID181	
	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間
DEP	0.95	1.2	1.4	N.D.<(0.8)	1.6	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	1.0	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
DPP	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)	N.D.<(0.2)
DiBP	0.77	1.8	4.0	2.0	0.56	0.49	0.56	0.61	0.50	0.63	0.52	1.02	0.61	0.40
DnBP	1.8	3.3	1.8	0.69	2.2	1.3	1.4	0.80	1.5	1.5	1.1	3.1	1.1	0.93
DPentylP	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
DHP	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
BBP	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.87)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)
DCHP	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)
DEHP	2.6	0.62	26	19	2.9	3.3	3.5	1.6	10	8.5	4.4	2.2	6.1	6.5

表6-2. 2020年度調査における住宅室内の主なフタル酸エステル類放散量

[μg/m ² /h]	ID166		ID168		ID169		ID170		ID172		ID180		ID181	
	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間
DEP	6.4	5.7	4.6	5.7	1.1	5.1	1.3	1.2	4.1	1.2	1.6	1.9	1.7	1.1
DPP	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
DiBP	2.6	1.6	1.9	1.8	1.2	0.91	2.6	0.82	1.4	1.6	2.1	10	0.61	0.96
DnBP	2.2	1.8	3.9	2.5	1.4	1.8	1.9	0.60	3.3	5.0	1.2	0.5	0.86	1.1
DPentylP	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
DHP	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)
BBP	N.D.<(0.87)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.87)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.87)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)
DCHP	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)
DEHP	1.3	4.0	1.4	0.69	0.80	3.5	0.93	3.1	9.6	23	0.17	N.D.<(0.1)	35	0.94

[μg/m ² /h]	ID182		ID183	
	寝室	居間	寝室	居間
DEP	1.7	1.6	1.5	1.3
DPP	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
DiBP	1.7	0.94	1.1	2.6
DnBP	1.6	0.80	0.70	1.7
DPentylP	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)	N.D.<(0.8)
DHP	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)
BBP	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)	N.D.<(0.7)
DCHP	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)	N.D.<(0.9)
DEHP	7.2	7.7	6.5	1.4

表 6-3. 2019 年調査におけるその他のフタル酸エステル、アジピン酸エステル等の放散量

[μg/m ² /h]	ID166		ID168		ID169		ID170		ID172		ID180		ID181	
	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間
DEHA	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)
DINP	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)	N.D.<(79)
DIDP	N.D.<(35)	N.D.<(35)	101	48	N.D.<(35)	56	111	44	N.D.<(35)	N.D.<(35)	N.D.<(35)	N.D.<(35)	N.D.<(35)	N.D.<(35)
DNOP	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)	N.D.<(49)
DINCH	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)	N.D.<(31)

表6-4. 2019年度調査におけるリン酸エステル類の放散量

[μg/m ² /h]	ID166		ID168		ID169		ID170		ID172		ID180		ID181	
	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間
TEP	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)
T CPP	48	41	62	40	41	28	36	38	34	49	40	41	28	29
TPrP	4.8	4.5	6.0	3.4	3.1	1.9	2.7	2.9	2.9	1.3	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)
TpentylP	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)	0.57	N.D.<(0.3)	0.22	0.72	N.D.<(0.3)	N.D.<(0.3)
TCEP	8.3	6.2	7.6	4.8	5.0	3.3	4.1	4.5	4.4	6.3	4.3	3.9	3.1	2.7
TDCP	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)	N.D.<(20)
TBEP	68	48	75	58	69	59	31	101	88	67	64	41	55	47
TCP	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)	N.D.<(2)

表6-5. 2019年度調査における2-エチル・1-ヘキサノール、テキサノール、TXIBの放散量

[μg/m ² /h]	ID166		ID168		ID169		ID170		ID172		ID180		ID181	
	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間	寝室	居間
2EIH	48	46	50	25	38	20	47	33	31	36	27	27	27	22
Texanol	48	33	31	19	14	15	14	38	16	42	12	19	16	13
TXIB	9.8	7.5	30	7.4	1.3	3.1	1.5	6.3	N.D.<(0.7)	4.7	1.2	11	4.2	5.7

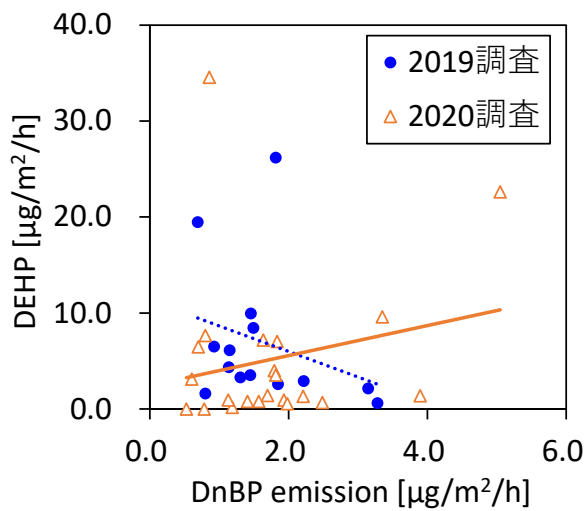
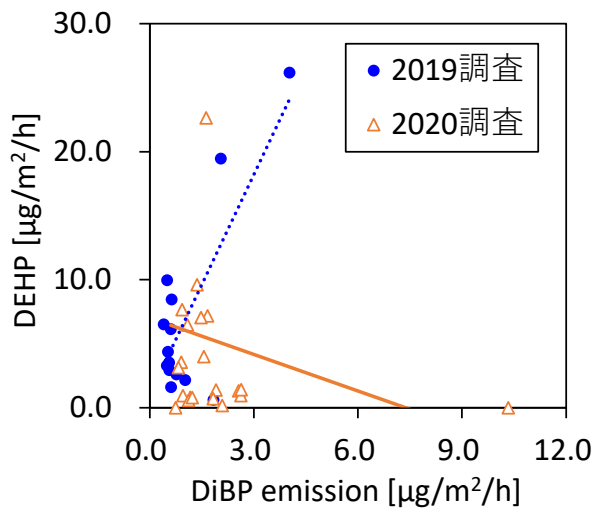
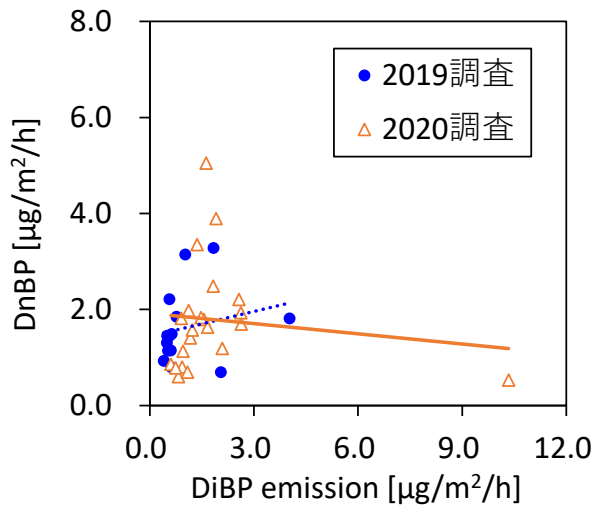


図 6-2 フタル酸エステル類の物質間の相関.

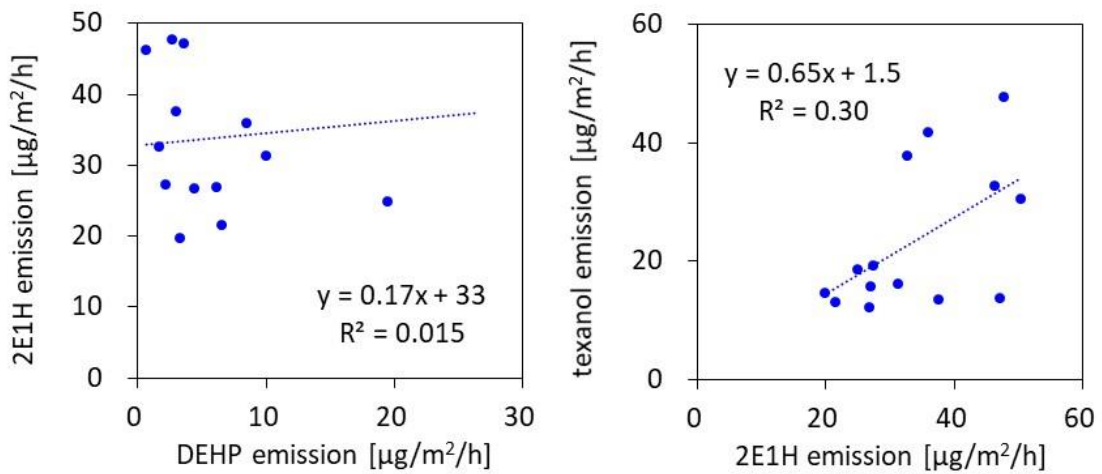


図 6-3 DEHP と 2E1H、2E1H とテキサノールの相関.

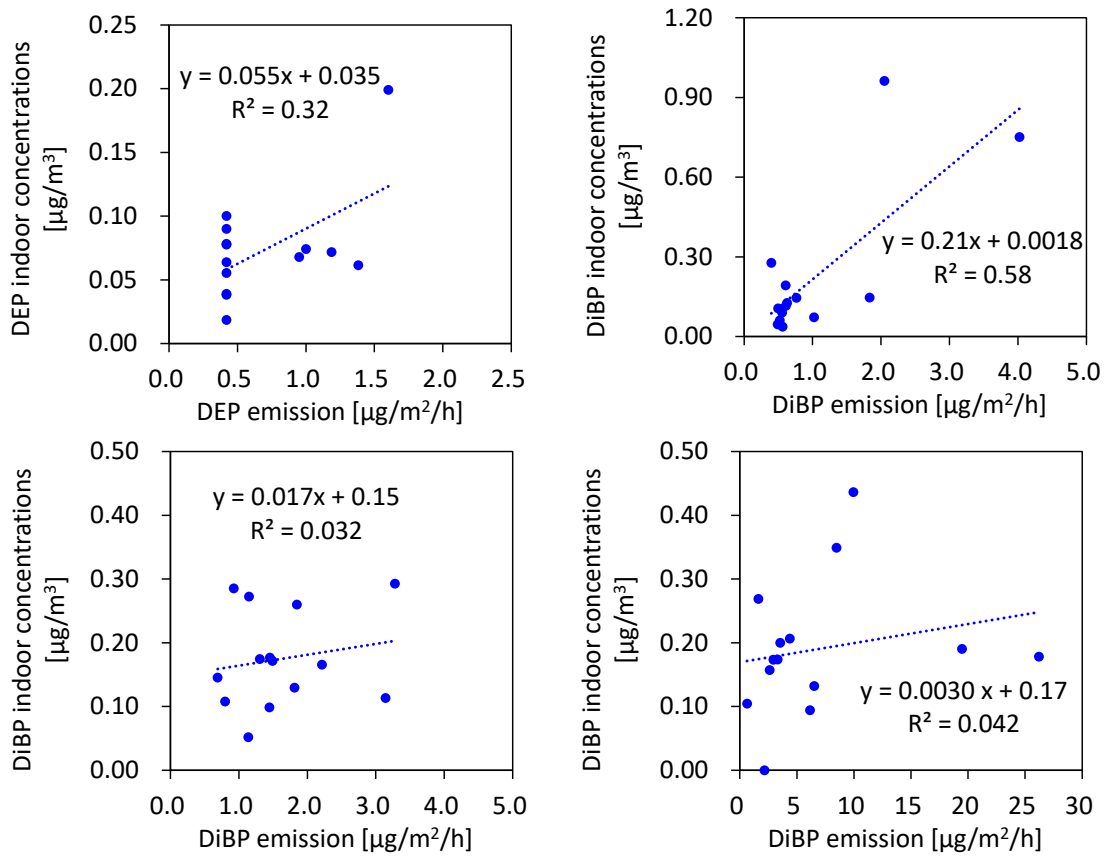


図 6-3 フタル酸エステル類の床面からの放散量と室内濃度の関係.