

m³、子ども：9 m³、ハウスダスト摂取量を成人：50 mg/day、子ども：100 mg/day、体重を成人：50 kg、子ども：20 kg と仮定した。試算の結果、ADI に占める割合では、成人がイミダクロプリド：0.17%、クロチアニジン：0.002%、シプロコナゾール：0.002%、子どもがイミダクロプリド：0.87%、クロチアニジン：0.010%、シプロコナゾール：0.007%であった。また、室内空気由来の曝露量よりも、ハウスダスト由来の曝露量の方が大きかった。

D. 考察

調査結果より試算した室内環境由来曝露量最大値は、ネオニコチノイド系殺虫剤、トリアゾール系木材保存剤とも、ADI に占める割合が 0.9%未満と低かった。しかし、今回調査を行った7軒の住宅のうち、3軒では居住開始後あるいはシロアリ駆除剤散布後に、居住者に不整脈を含む何らかの不快感が起きたとの訴えがあった。ネオニコチノイド系殺虫剤は、ニコチン様アセチルコリン受容体のアゴニストとして働き、哺乳類では中枢神経、自律神経、神経筋接合部に広範囲な影響を及ぼす⁷⁾。また、近年では、低濃度でも脳に興奮を起し、特に子どもの脳の発達に悪影響を及ぼすことが懸念されている⁸⁾。

今回の調査では、ネオニコチノイド系殺虫剤とともに、トリアゾール系木材保存剤についても調査した。この2種の薬剤は、代謝酵素阻害に起因する相乗作用を有することから、ミツバチでは、プロピコナゾール(トリアゾール系薬剤)の投

与により、チアクロプリド(ネオニコチノイド系殺虫剤)の毒性が 559 倍高まるとの報告³⁾がある。しかし、人に対する2薬剤の相乗効果については、報告がない。また、これらの薬剤は農薬としても使用されていることから、室内環境以外に、野菜、果物、茶などから摂取する可能性もある^{7,9)}。

したがって、健康影響評価には、曝露量に加え、薬剤の相乗効果を考慮する必要があると考えられた。

E. 結論

住宅の室内環境におけるネオニコチノイド系殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤の濃度を把握することを目的として、7軒の住宅で調査を行った。その結果、室内空気及びハウスダストから調査対象薬剤が検出され、空気中からの検出率は40~83%、ハウスダストからの検出率は100%であった。濃度最大値は、室内空気ではイミダクロプリド：17.6 pg/m³、クロチアニジン：1,090 pg/m³、シプロコナゾール：221 pg/m³、ハウスダストではイミダクロプリド：98,900ng/g、クロチアニジン：1,790 ng/g、シプロコナゾール：117 ng/gであった。この最大値より、室内環境由来の薬剤曝露量を試算し、それらがADIに占める割合を算出したところ、ネオニコチノイド系殺虫剤、トリアゾール系木材保存剤とも、ADIに占める割合は0.9%未満と低かった。

文献

- 1) 社団法人日本しろあり対策協会：しろあり防除薬剤等認定一覧(H23.7.16

- 現在) <http://www.hakutaikyo.or.jp/nintei/>
- 2) 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構：加圧注入用木材保存剤の移り変わり、林試だより 2009年4月号、
<http://www.fpri.hro.or.jp/dayori/0904/1.htm>
 - 3) 岩佐孝男：モスピラン(アセタミプリド)のミツバチに対する低毒性機構、農薬時代、第190号、p30-36、2008
 - 4) 食品安全委員会：農薬評価書 イミダクロプリド 2008年2月
 - 5) 食品安全委員会：農薬評価書 クロチアニジン(第3版) 2007年6月
<http://www.env.go.jp/council/10dojo/y104-22/ref05.pdf>
 - 6) 食品衛生調査会：食品規格設定に係る毒性・残留農薬合同部会報告について シプロコナゾール、平成9年5月12日
<http://www.ffcr.or.jp/zaidan/MHWinfo.nsf/48b1f48352378e7e492565a1002ecd5e/a71b48602fa90c044925660f00271f24?OpenDocument>
 - 7) 平久美子：ネオニコチノイド系殺虫剤のヒトへの影響—その2：薬理学的特徴、使用状況、規制、考察—、臨床環境医学、21(1)、p35-45、2012
 - 8) 木村一黒田純子 小牟田 緑、川野仁：新農薬ネオニコチノイド系農薬のヒト・哺乳類への影響、臨床環境医学、21(1)、p46-56、2012
 - 9) 岩越 景子、小林 麻紀、大塚 健治 他：輸入農産物中の残留農薬実態調査(有機リン系農薬及び含窒素系農薬)—平成22年度—、東京都健康安全研究センター研究年報、62、p183-189、2011
- F. 研究発表
1. 論文発表 なし
 2. 学会発表
齋藤育江、大貫 文、保坂三継、中江 大：ネオニコチノイドの揮散に及ぼす粒子状物質、温湿度、水分の影響、第23回日本臨床環境医学会抄録集、p72、2014年6月(京都)

齋藤育江、大貫 文、保坂三継、中江 大：室内環境中ネオニコチノイド系殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤の測定、平成26年度室内環境学会学術大会講演要旨集、p296-297、2014年12月(新宿)
- G. 知的所有権の取得状況
1. 特許取得 なし
 2. 実用新案登録 なし
 3. その他 なし

表1 ネオニコチノイド系殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤の
LC/MS/MS 分析条件

HPLC:	ACQITY UPLC (Waters社製)
Column	BEH C18 2.1mm i.d.×50mm、粒径1.7μm (Waters社製)
Mobile phase	A:5 mmol/L Ammonium Acetate in 10% Methanol, B: 5 mmol/L Ammonium Acetate in 90% Methanol
Gradient program	A:B=95:5→(1 min)A:B=60:40→(2 min)A:B=35:65→ (3 min)B=100
Flow rate	0.3 mL/min
Oven temperature	40°C
Injection Volume	5 μL
Mass spectral detector	Triple Quad™ 5500 (AB SCIEX社製)
Ionization Mode	Positive-ESI-MRM
Temperature	600°C
Nebulizer Gas	70 psi
Nebulizer Current	5.5 A
Curtain Gas	30 psi
Collision Gas	10 Psi (Nitrogen)

Compounds	1st MRM	2nd MRM
Dinotefuran	203.0/113.0	203.0/129.0
Thiamethoxam	292.2/211.0	292.2/181.0
Imidacloprid	256.0/208.9	256.0/175.2
Clothianidin	249.6/169.1	249.6/132.0
Acetamiprid	223.0/125.9	223.0/98.9
Cyproconazole	292.1/125.1	292.1/70.1
Propiconazole	342.0/159.0	342.0/161.0
Carbamazepine-d ₁₀	247.0/204.1	—

表2 空気及びハウスダスト中ネオニコチノイド系殺虫剤及び
トリアゾール系木材保存剤の定量下限値

Compounds	Air (pg/m ³)	House Dust (ng/g)
Dinotefuran	15.0	4.0
Thiamethoxam	1.0	0.5
Imidacloprid	2.0	0.6
Clothianidin	2.0	1.0
Acetamiprid	1.0	0.4
Cyproconazole	2.0	0.6
Propiconazole	5.0	1.5

表3 空气中ネオニコチノイド系殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤の回収率(n=3)

Compounds	Recovery(%)					
	Quartz fiber filter(front)			ODS filter(back)		
Dinotefuran	87.2	±	2.4		ND	
Thiamethoxam	89.3	±	0.55	4.5	±	0.67
Imidacloprid	90.9	±	2.5	5.4	±	1.2
Clothianidin	84.2	±	3.0	8.7	±	0.82
Acetamiprid	90.1	±	0.73	4.8	±	1.2
Cyproconazole	76.4	±	1.1	18.9	±	4.5
Propiconazole	93.9	±	3.3	1.3	±	0.21

表4 住宅の室内空气中及びハウスダスト中ネオニコチノイド系殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤濃度

	Indoor Air (pg/m ³)			House Dust (ng/g)		
	Min.	Max.	Detection Frequency(%)	Min.	Max.	Detection Frequency(%)
Imidacloprid	<2.0	17.6	40	4.9	98,900	100
Clothianidin	<2.0	1,090	83	3.7	1,790	100
Cyproconazole	<2.0	221	50	<0.60	117	83

表5 室内空気由来のネオニコチノイド殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤の曝露量推計

	Max. Daily Intake(µg/kg/day)			ADI (µg/kg/day)	Max.daily inkate/ADI (%)
	Air	House Dust	Total		
Adult					
Imidacloprid	0.00001	0.0989	0.10	57	0.17
Clothianidin	0.00033	0.0018	0.002	97	0.002
Cyproconazole	0.00007	0.0001	0.0002	9.9	0.002
Child					
Imidacloprid	0.000003	0.1978	0.49	57	0.87
Clothianidin	0.000197	0.0036	0.01	97	0.010
Cyproconazole	0.000040	0.0002	0.001	9.9	0.007

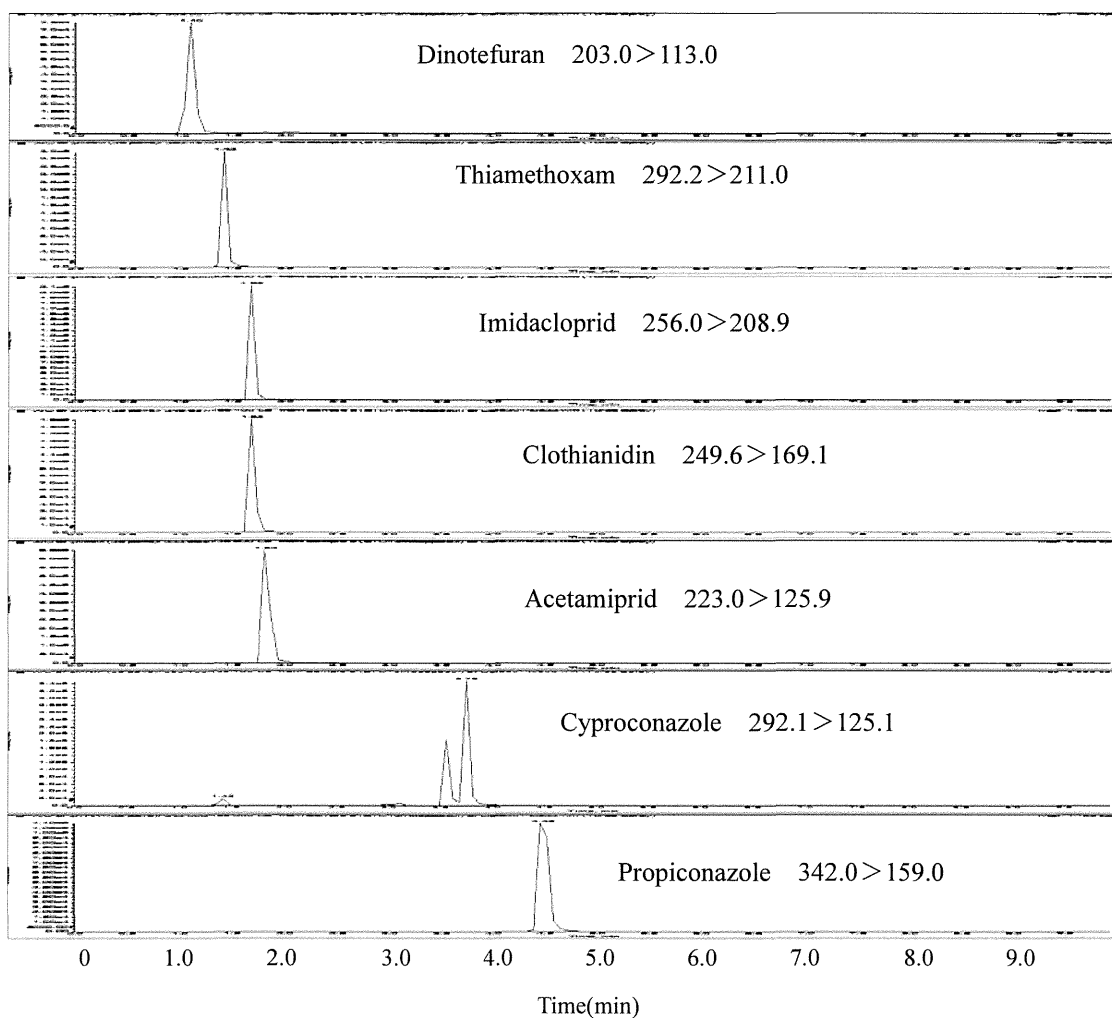


図1 ネオニコチノイド系殺虫剤及びトリアゾール系木材保存剤の LC/MS/MS クロマトグラム

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

空気中の粒子状およびガス状準揮発性有機化合物に関する研究 -室内と室外の比較-

研究分担者 香川(田中) 聡子 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 主任研究官
研究協力者 神野 透人 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部 第一室長
研究協力者 田原 麻衣子 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部
研究協力者 川原 陽子 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部
研究協力者 真弓 加織 国立医薬品食品衛生研究所 生活衛生化学部

準揮発性有機化合物 (SVOC) はガス状の他に、浮遊粒子状物質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経気道あるいは経口等異なる経路で生体に取り込まれる。粒子状物質 (PM) の毒性は、粒子自体、あるいは粒子に付着する化学物質に起因することから、その健康影響を評価する上で、PM に付着する化学物質の特徴を明らかにすることは極めて重要である。本研究では、室内及び室外空気中の SVOC の濃度及び存在形態の違いについて検討した。まず、Multi-nozzle cascade impactor を用いる粒子状 (PM10、PM10-PM2.5 および PM2.5) 及びガス状 SVOC の同時・粒径別分別サンプリング法を確立した。一般家庭 10 軒について室内及び室外空気を採取し、SVOC 26 物質について GC/MS/MS/MRM 法により定量した。その結果、室内空気中からは測定対象の 26 物質中 16 物質が検出され、全ての住宅から高濃度で 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrate (TXIB)、Dibutyl phthalate が検出された。TXIB は主にガス状で存在するのに対し、Dibutyl phthalate や Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) 等他のフタル酸エステル系可塑剤は粒子に吸着した状態で存在することが判明した。DEHP の代替可塑剤である Bis(2-ethylhexyl) terephthalate や Diisononyl phthalate も検出され、代替可塑剤による室内汚染の実態が明らかになった。一方、室外空気については、測定対象の 26 物質中 10 物質が検出されたが、その濃度は室内空気中濃度に比べて極めて低かった。本研究結果より、室内空気中の PM2.5 は大気中に存在する PM2.5 と質的に異なり、SVOC の室内空気中の最高濃度を増大させ、肺深部にまで到達可能な状態で SVOC を空気中に存在させる言わば Carrier としての役割を果たしていることが明らかになった。

A. 研究目的

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はガス状の他に、大部分が浮遊粒子状物質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と考えられる。粒子状物質 (PM) の毒性は、自然免疫の活性化など「粒子としての特性」に依存するものと、侵害受容器の刺激など「粒子に付随する化学物質」に起因するものの二つに大別できると考えられることから、PM の健康影響を評価する上で、室内外の PM に付随する化学物質の特徴/差異を明らかにすることは極めて重要である。そこで、本研究ではカスケードインパクターを用いて粒子に吸着した SVOC とガス状の SVOC の同時・粒径別分別サンプリング法を確立し、採取した室内外空気中の粒子状およびガス状準揮発性有機化合物を GC/MS/MS により定量して、室内外の濃度や存在形態の違いについて検討した。

B. 実験方法

B-1. 対象化合物

フタル酸エステル類 6 化合物、リン酸トリエステル類 13 化合物、アジピン酸エステル類 4 化合物及びその他の可塑剤として 3 化合物 (TXIB, Bis(2-ethylhexyl) terephthalate, Hexamoll DINCH) の計 26 物質を測定対象とした。表 1 に測定対象化

合物リストを示す。また、図 1 にそれぞれの構造式を示す。

B-2. 室内外空気採取

Multi-nozzle cascade impactor (図 2) を用いる粒子状 (PM₁₀、PM₁₀-PM_{2.5} および PM_{2.5}) 及びガス状 SVOC の同時・粒径別分別サンプリング法を確立した。一般家庭 10 軒を調査対象としてあらかじめアセトンで洗浄した ODS フィルターおよび加熱処理した石英フィルターを Multi-nozzle cascade impactor にセットし、流速 10 L/min で 24 時間にわたって室内及び室外空気を採取した (採取量: 14.4 m³)。採取後のフィルターにアセトン 2 mL および内部標準として Benzophenone-*d*₁₀ 10 µg を加えて 15 分間超音波抽出して得られた抽出液を分析試料とした。

B-3. GC-MS/MS による定量

ガスクロマトグラフ/タンデム質量分析計 (GC/MS/MS, Shimadzu GCMS-TQ8030) により測定した。試料はスプリットレスで Rxi-5Sil MS (30 m×0.25 mm i.d., 0.25 µm) に導入し、He ガスを流速 40 cm/sec、50°C (1 min) – 50°C/min → 200°C – 5°C/min → 300°C (6 min) の昇温条件で分離した。分離された化合物は、イオン源温度 200°C およびインターフェイス温度 250°C、EI 法 70 eV でイオン化し、多重反応モニタリング (MRM) モードで検出した。

なお、分析対象物質のモニターイオンを

表 2 に示す。

C. 結果と考察

調査対象 10 軒について住宅ごとの室内外 SVOC 濃度を図 3-1～図 3-5 に示す。また、化合物別の室内外 SVOC 濃度を図 4-1～図 4-4 に示す。図 5 は化合物ごとに存在形態別分布を示したものである。本研究で測定対象の 26 化合物中室内空気中から 16 化合物が検出され、最も高濃度で TXIB が、次いで Dibutyl phthalate が全ての住宅から普遍的に検出された (図 4-3)。TXIB の場合は主にガス状 (最高値 $3.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) で検出されたのに対し、Dibutyl phthalate の場合はガス状に比べて、 $2.5 \mu\text{m}$ 以下の粒子状すなわち PM2.5 画分に存在する割合が高く、最高値は $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) 等他のフタル酸エステル系可塑剤では主に PM2.5 をはじめとする粒子に吸着した状態で存在することが判明した (図 4-4)。また、DEHP の代替可塑剤として使用される Bis(2-ethylhexyl) terephthalate が 6 住宅から、Diisononyl phthalate が 1 住宅から検出され、代替可塑剤による室内汚染の実態が明らかになった。リン酸トリエステル類についてはフタル酸エステル類に比べて濃度は低いものの、測定対象の 13 化合物中 8 化合物が室内空気中から検出され、Triethyl phosphate 及び Tripropyl phosphate についてはそのほとんどがガス状で検出されたのに対し、それ以外の化合物は

PM2.5 をはじめとする粒子に吸着した状態で存在していることが明らかになった。欧州 REACH 規制の高懸念物質に収載されている Tris(2-chloroethyl) phosphate については PM2.5 として最高で $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の濃度で検出され、Tris(2-chloroisopropyl) phosphate に次いで高かった。

一方、室外空気については、測定対象の 26 化合物中 10 化合物が検出されたが、その濃度は室内空気中濃度に比べてきわめて低かった。

本研究結果より、大気中に存在する PM2.5 と室内空気中の PM 2.5 は質的に異なり、物理化学的な性状から推定される以上に SVOC の室内空気中の最高濃度を増大させるとともに、肺深部にまで到達可能な状態で SVOC を空気中に存在させる、言わば Carrier としての役割を果たしていることが明らかになった。このような PM2.5 の室内外の質的な差が、異なる健康影響を引き起こす可能性も考えられる。

D. 結論

室内空気中の PM2.5 は大気中に存在する PM2.5 と質的に異なり、SVOC の室内空気中の最高濃度を増大させ、肺深部にまで到達可能な状態で SVOC を空気中に存在させる言わば Carrier としての役割を果たしていることが明らかになった。

E. 健康危険情報

なし

なし

H. 引用文献

F. 研究発表

論文発表

なし

学会発表

1. 香川(田中)聡子, 田原麻衣子, 川原陽子, 上村仁, 斎藤育江, 武内伸治, 五十嵐良明, 神野透人: 室内外空気中の粒子状およびガス状準揮発性有機化合物に関する研究. 平成 26 年度室内環境学会学術大会 (2014.12)
2. 田原麻衣子, 香川(田中)聡子, 川原陽子, 五十嵐良明, 神野透人: ガスクロマトグラフ/タンデム質量分析計による空気中の準揮発性有機化合物一斉分析法の開発. 平成 26 年度室内環境学会学術大会 (2014.12)
3. 香川(田中)聡子, 田原麻衣子, 真弓加織, 川原陽子, 上村仁, 斎藤育江, 武内伸治, 五十嵐良明, 神野透人: 準揮発性有機化合物の室内及び室外空气中濃度と存在形態に関する研究. 日本薬学会第 135 年会 (2015.3)

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

特許取得

なし

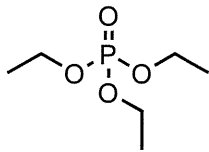
実用新案登録

表 1 分析対象とした可塑剤・難燃剤

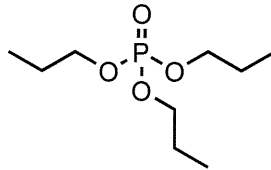
Class	Name	CAS RN
Organophosphate	Triethyl Phosphate	78-40-0
	Tripropyl Phosphate	513-08-6
	Tributyl Phosphate	126-73-8
	Tris(2-Ethylhexyl) Phosphate	78-42-2
	Tris(Butoxyethyl) Phosphate	78-51-3
	Triphenyl Phosphate	115-86-6
	Cresyl Diphenyl Phosphate	26444-49-5
	2-Ethylhexyl Diphenyl Phosphate	1241-94-7
	Tricresyl Phosphate	78-30-8
	Trixylenyl Phosphate	25155-23-1
	Tris(2-Chloroethyl) Phosphate	115-96-8
	Tris(2-chloroisopropyl) Phosphate	13674-84-5
	Tris(1,3-Dichloro-2-propyl) Phosphate	13674-87-8
Phthalate/Telephthalate	Dibutyl Phthalate	84-74-2
	Benzyl Butyl Phthalate	85-68-7
	Bis(2-Ethylhexyl) Phthalate	117-81-7
	Di- <i>n</i> -Octyl Phthalate	117-84-0
	Diisononyl Phthalate	68515-48-0
	Diisodecyl Phthalate	26761-40-0
	Dioctyl Telephthalate	6422-86-2
Adipate	Dibutyl Adipate	105-99-7
	Bis(2-Ethylhexyl) Adipate	103-23-1
	Diisononyl Adipate	33703-08-1
	Diisodecyl Adipate	27178-16-1
Others	2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol Diisobutyrate (TXIB)	6846-50-0
	Diisononyl Cyclohexane-1,2-dicarboxylate (Hexamoll DINCH)	166412-78-8

表 2 26SVOCs の MRM Transition

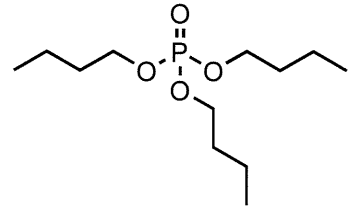
SVOCs	Rt(min)	MRM transition	
		Quantitative	Qualitative
Triethyl Phosphate	3.95	155.00>99.00	155.00>127.00
Tripropyl Phosphate	4.81	183.00>99.00	155.00>141.00
TXIB	5.72	243.00>71.00	243.00>173.00
Tributyl Phosphate	5.91	211.00>99.00	211.00>155.00
Benzophenone- <i>d</i> ₁₀	6.01	192.00>110.00	192.00>82.00
Dibutyl Adipate	6.58	185.00>129.00	185.00>111.00
Tris(2-Chloroethyl) Phosphate	6.67	249.00>125.00	249.00>187.00-251.00>125.00
Tris(2-Chloroisopropyl) Phosphate I	6.94	277.00>125.00	277.00>201.00-279.00>125.00
Tris(2-Chloroisopropyl) Phosphate II	7.03	277.00>125.00	277.00>201.00-279.00>125.00
Tris(2-Chloroisopropyl) Phosphate III	7.12	277.00>125.00	277.00>201.00-279.00>125.00
Dibutyl Phthalate	8.24	223.00>149.00	205.00>149.00
Tris(1,3-Dichloroisopropyl) Phosphate	12.54	381.00>159.00	379.00>159.00-381.00>271.00
Benzyl Butyl Phthalate	13.02	206.00>149.00	206.00>121.00
Bis(2-Ethylhexyl) Adipate	13.13	241.00>129.00	241.00>111.00
Tris(Butoxyethyl) Phosphate	13.26	299.00>101.00	299.00>199.00
Triphenyl Phosphate	13.42	326.00>215.00	326.00>170.00
2-Ethylhexyl Diphenyl Phosphate	13.73	251.00>77.00	251.00>153.00
Tris(2-Ethylhexyl) Phosphate	14.14	211.00>99.00	211.00>71.00
Cresyl Diphenyl Phosphate I	14.51	340.00>229.00	340.00>165.00
Cresyl Diphenyl Phosphate II	14.91	340.00>229.00	340.00>165.00
Bis(2-Ethylhexyl) Phthalate	15.19	279.00>149.00	279.00>167.00
Tricresyl Phosphate I	16.71	368.00>165.00	368.00>243.00
Tricresyl Phosphate II	17.51	368.00>165.00	368.00>243.00
Tricresyl Phosphate III	17.51	368.00>165.00	368.00>243.00
Tricresyl Phosphate IV	18.38	368.00>165.00	368.00>243.00
Di- <i>n</i> -Octyl Phthalate	17.68	279.00>149.00	279.00>71.00
Bis(2-Ethylhexyl) Telephthalate	17.82	261.00>149.00	261.00>121.00
Diisononyl Adipate	16.50	255.00>129.00	255.00>71.00
Diisodecyl Adipate	17.99	269.00>129.00	269.00>71.00
Hexamoll DINCH	18.19	281.00>155.00	281.00>71.00
Diisononyl Phthalate	18.88	293.00>149.00	293.00>71.00
Diisodecyl Phthalate	20.17	307.00>149.00	307.00>71.00
Trixylenyl Phosphate	19.39	410.00>209.00	410.00>193.00



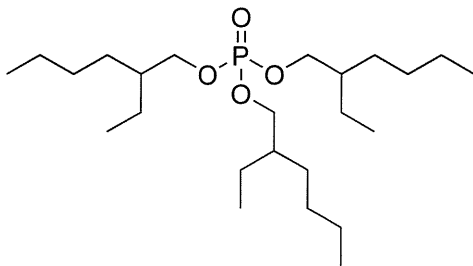
Triethyl Phosphate
Exact Mass: 182.07
Molecular Weight: 182.15



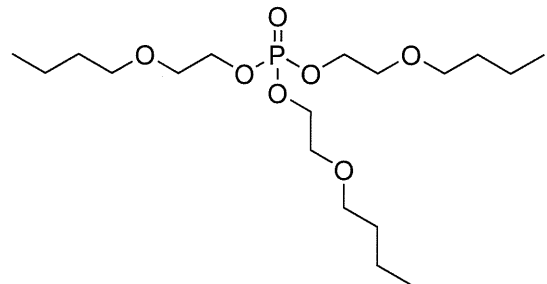
Tripropyl Phosphate
Exact Mass: 224.12
Molecular Weight: 224.23



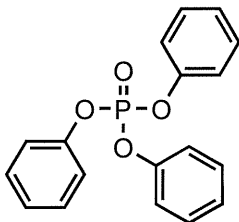
Tributyl Phosphate
Exact Mass: 266.16
Molecular Weight: 266.31



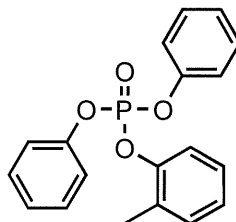
Tris(2-Ethylhexyl) Phosphate
Exact Mass: 434.35
Molecular Weight: 434.63



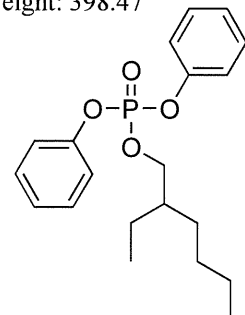
Tris(Butoxyethyl) Phosphate
Exact Mass: 398.24
Molecular Weight: 398.47



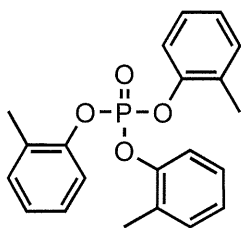
Triphenyl Phosphate
Exact Mass: 326.07
Molecular Weight: 326.28



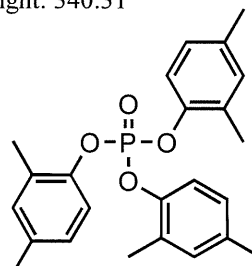
Cresyl Diphenyl Phosphate
Exact Mass: 340.09
Molecular Weight: 340.31



2-Ethylhexyl Diphenyl Phosphate
Exact Mass: 362.16
Molecular Weight: 362.40

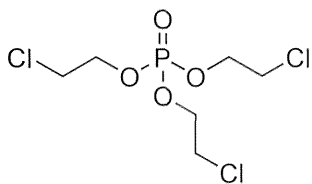


Tricresyl Phosphate
Exact Mass: 368.12
Molecular Weight: 368.36

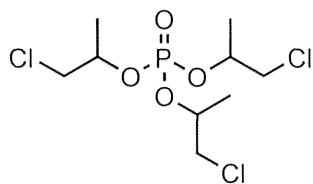


Trixylenyl Phosphate
Exact Mass: 410.16
Molecular Weight: 410.44

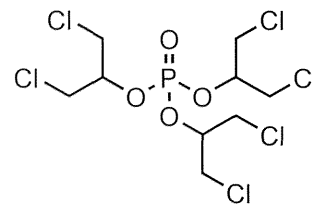
図1-1 対象とした可塑剤・難燃剤の構造式



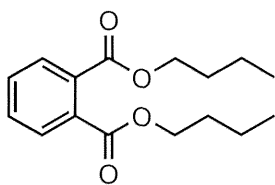
Tris(2-Chloroethyl) Phosphate
Exact Mass: 283.95
Molecular Weight: 285.49



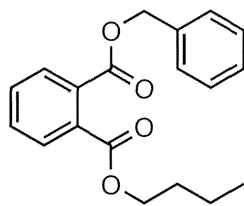
Tris(2-Chloroisopropyl) Phosphate
Exact Mass: 326.00
Molecular Weight: 327.57



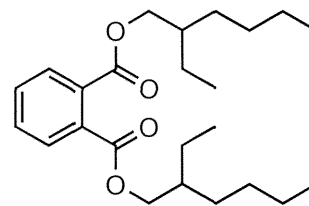
Tris(1,3-Dichloro-2-propyl) Phosphate
Exact Mass: 427.88
Molecular Weight: 430.90



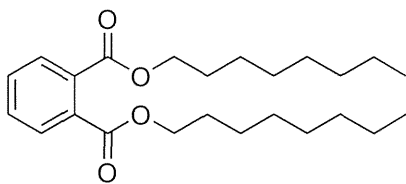
Dibutyl Phthalate
Exact Mass: 278.15
Molecular Weight: 278.34



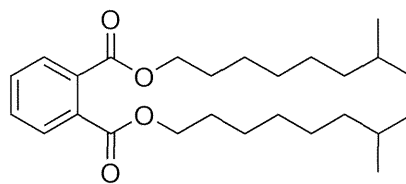
Benzyl Butyl Phthalate
Exact Mass: 312.14
Molecular Weight: 312.36



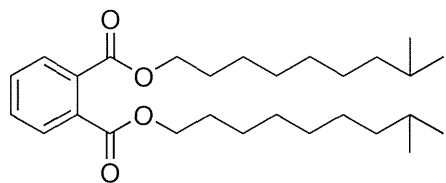
Bis(2-Ethylhexyl) Phthalate
Exact Mass: 390.28
Molecular Weight: 390.56



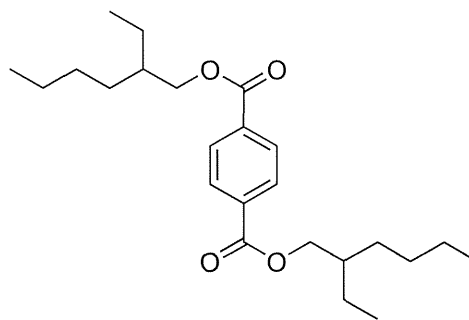
Di-n-Octyl Phthalate
Exact Mass: 390.28
Molecular Weight: 390.56



Diisononyl Phthalate
Exact Mass: 418.31
Molecular Weight: 418.61

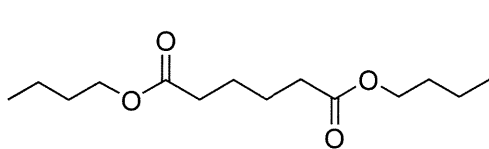


Diisodecyl Phthalate
Exact Mass: 446.34
Molecular Weight: 446.66

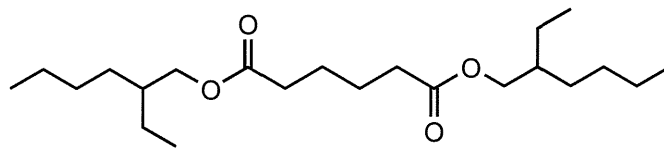


Dioctyl Telephthalate
Exact Mass: 390.28
Molecular Weight: 390.56

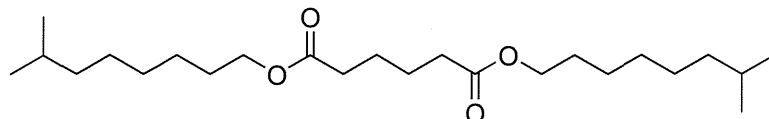
図1-2 対象とした可塑剤・難燃剤の構造式



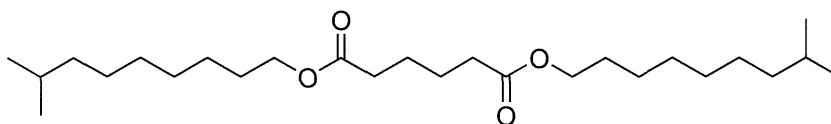
Dibutyl Adipate
Exact Mass: 258.18
Molecular Weight: 258.35



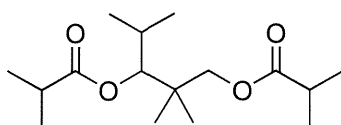
Bis(2-Ethylhexyl) Adipate
Exact Mass: 370.31
Molecular Weight: 370.57



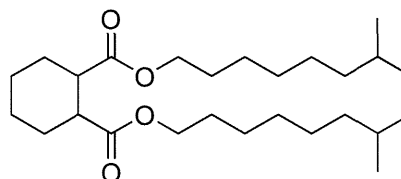
Diisononyl Adipate
Exact Mass: 398.34
Molecular Weight: 398.62



Diisodecyl Adipate
Exact Mass: 426.37
Molecular Weight: 426.67



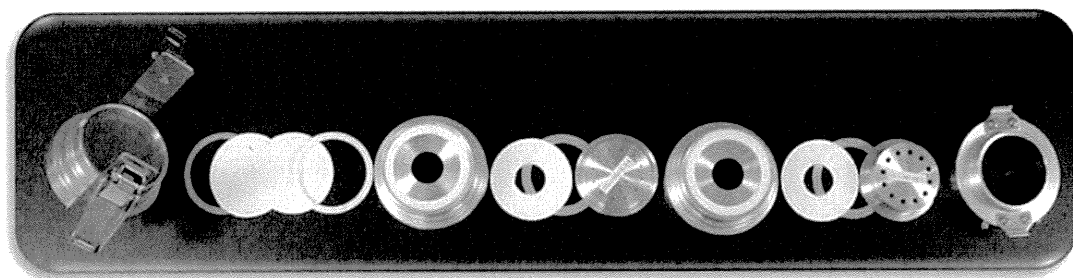
TXIB
Exact Mass: 286.21
Molecular Weight: 286.41



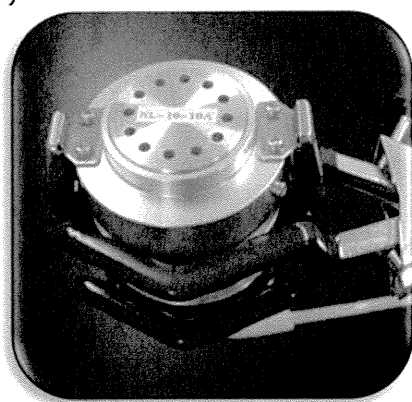
Hexamoll DINCH
Exact Mass: 424.36
Molecular Weight: 424.66

図1-3 対象とした可塑剤・難燃剤の構造式

(a)



(b)



(c)

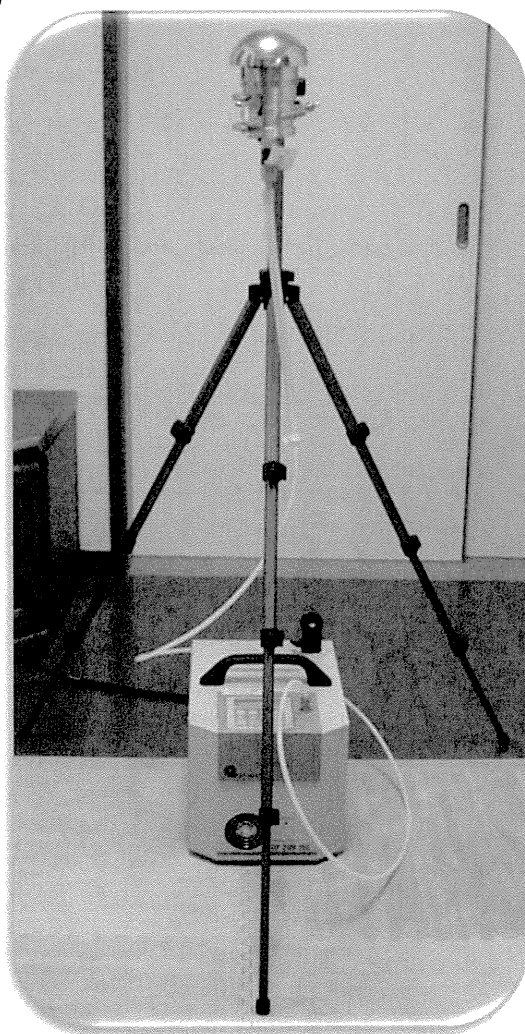
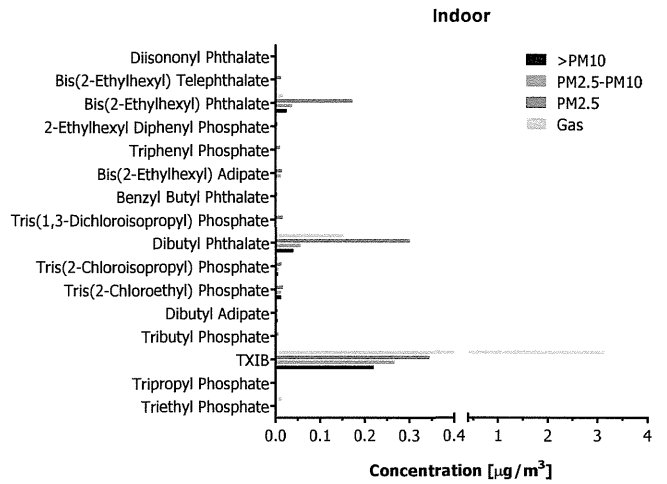
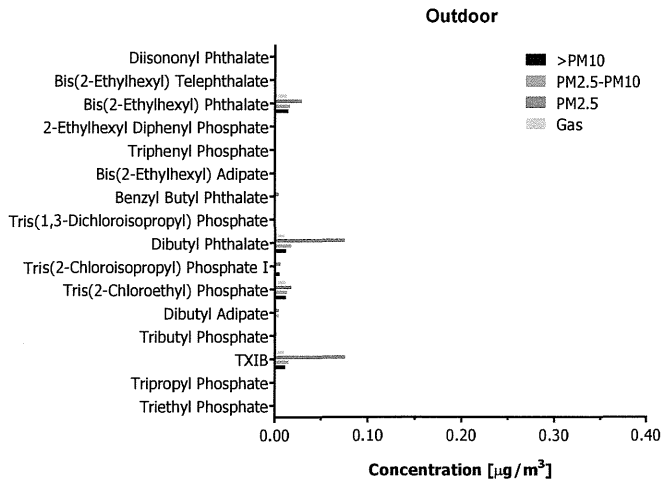


図 2 Multi-nozzle cascade impactor (a,b) とサンプリング風景 (c)

ID 01



ID 02

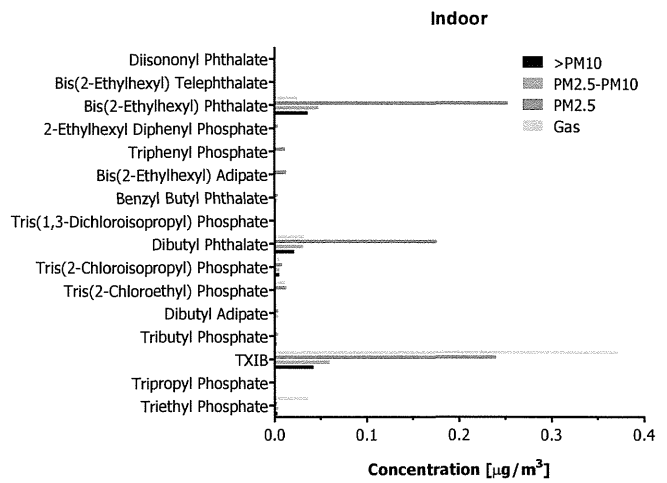
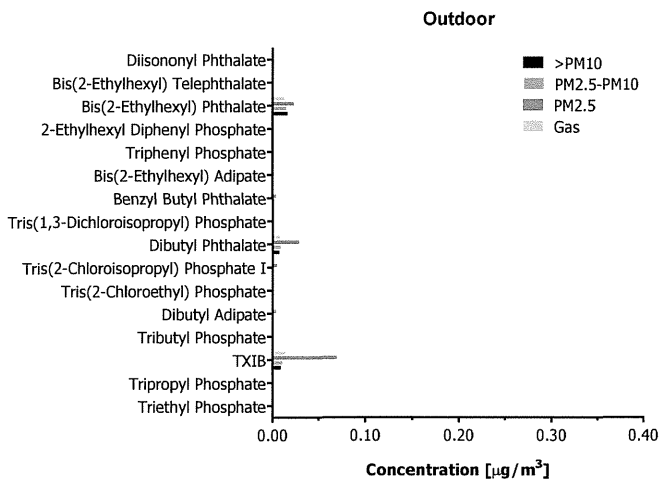
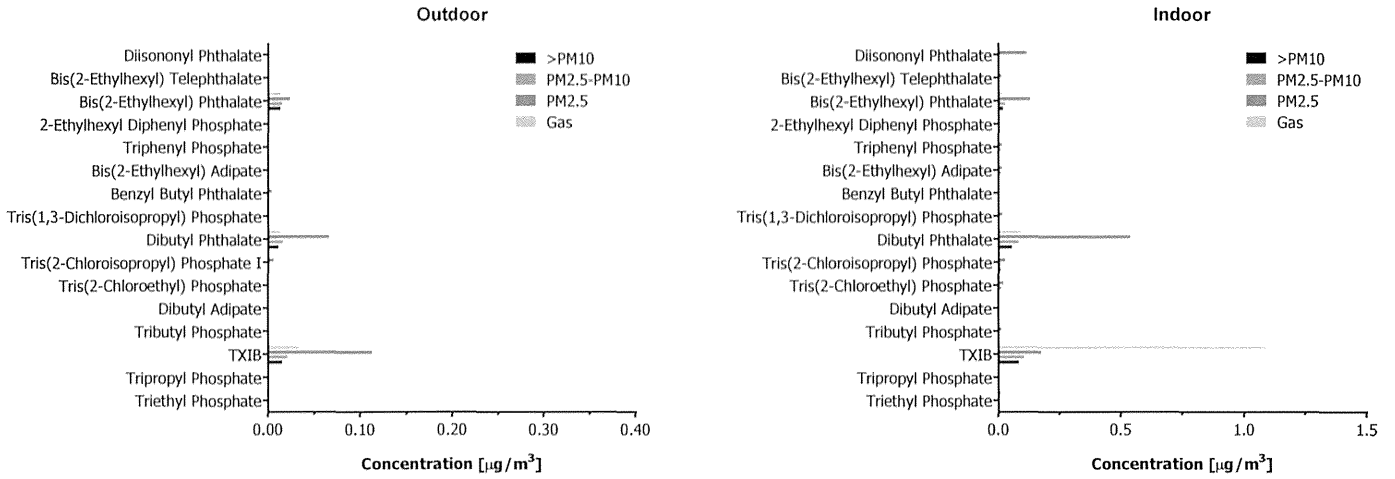


図3-1 室内外SVOC濃度(ID 01 & ID 02)

ID 03



ID 04

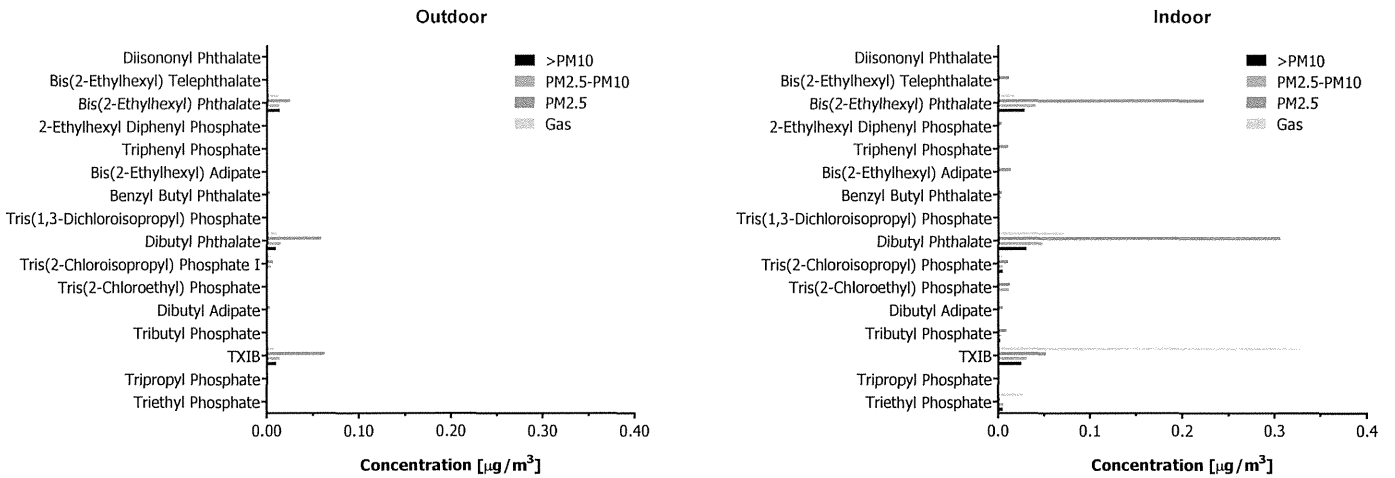
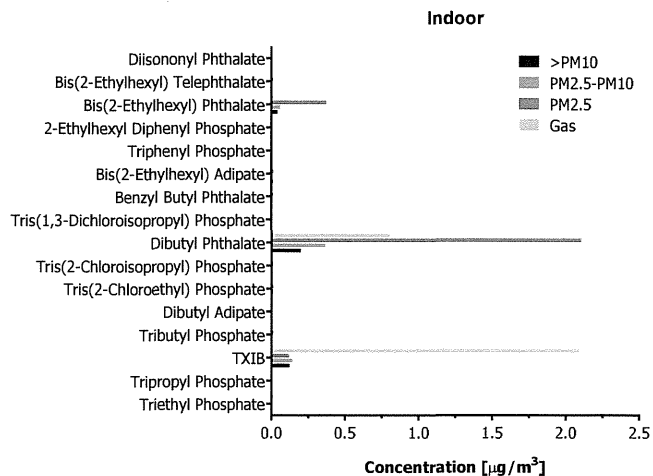
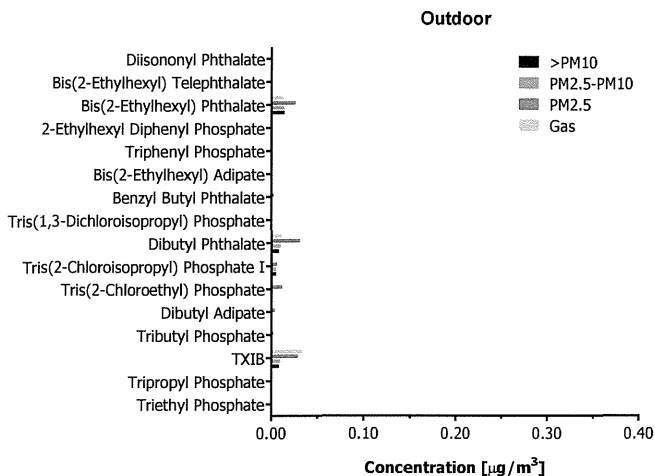


図3-2 室内外SVOC 濃度(ID 03 & ID 04)

ID 05



ID 06

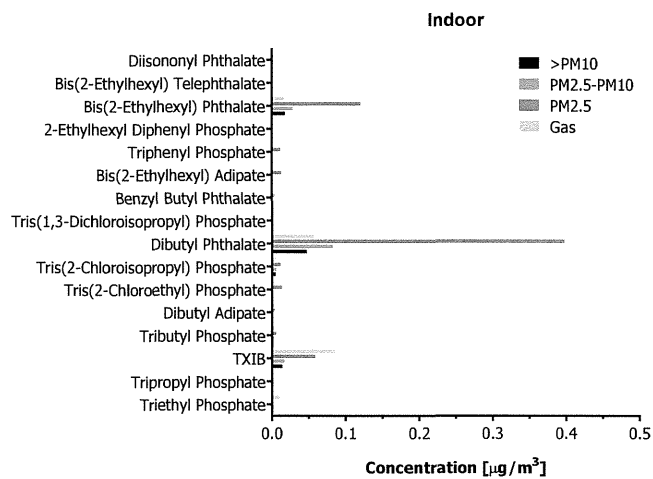
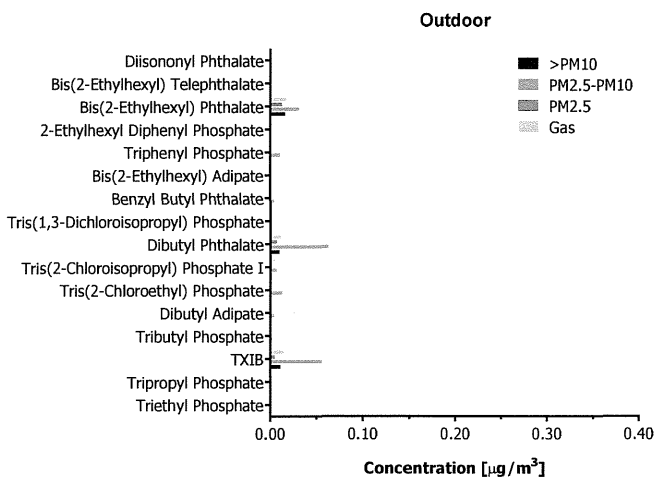
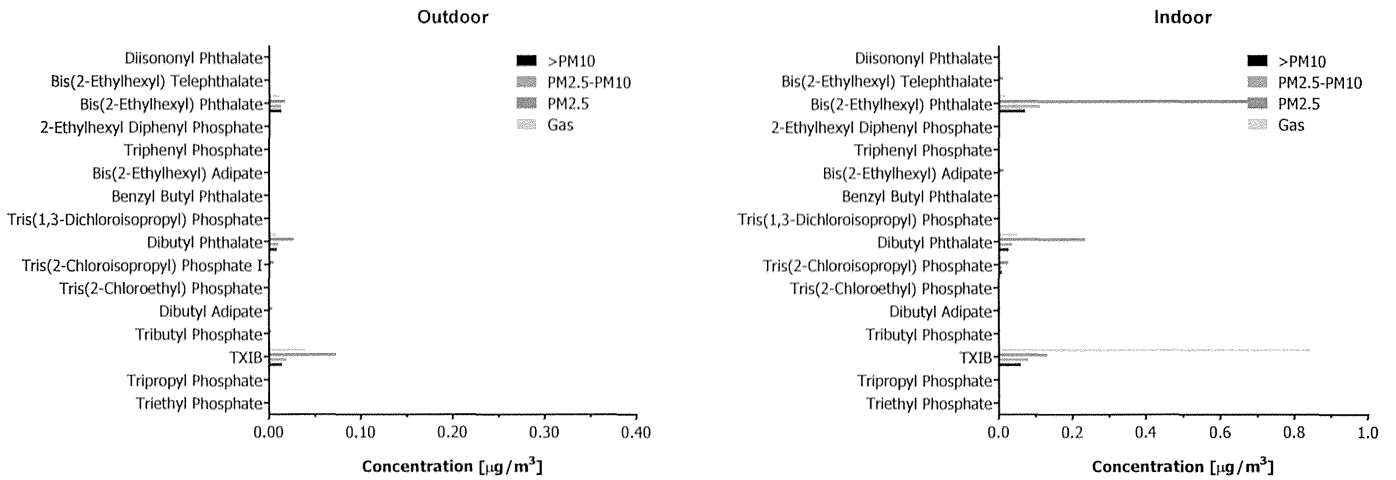


図3-3 室内外SVOC濃度(ID 05 & ID 06)

ID 07



ID 08

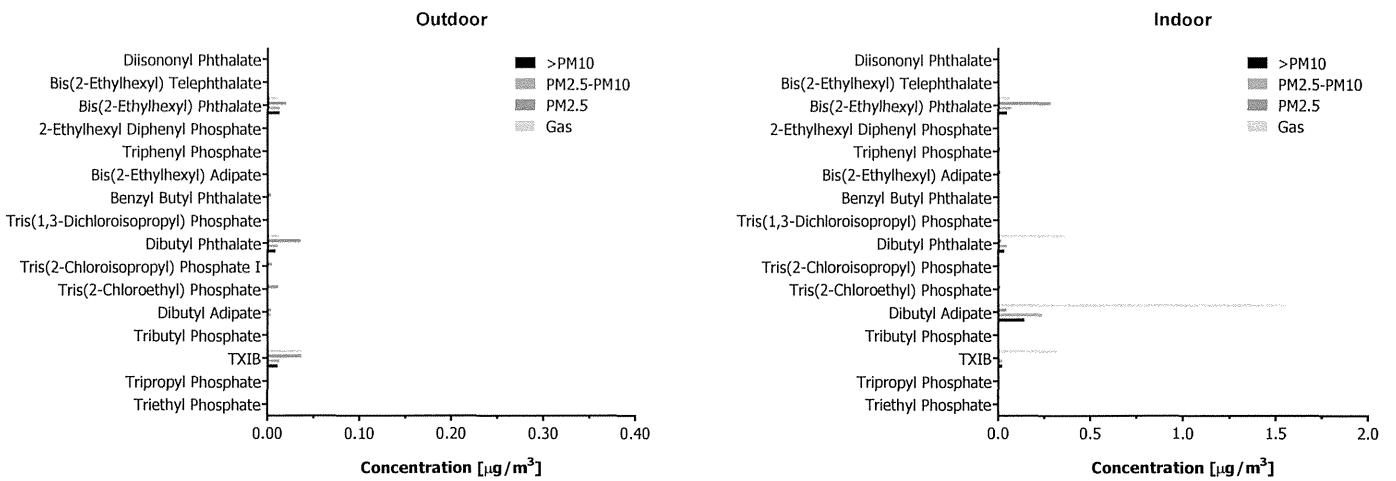
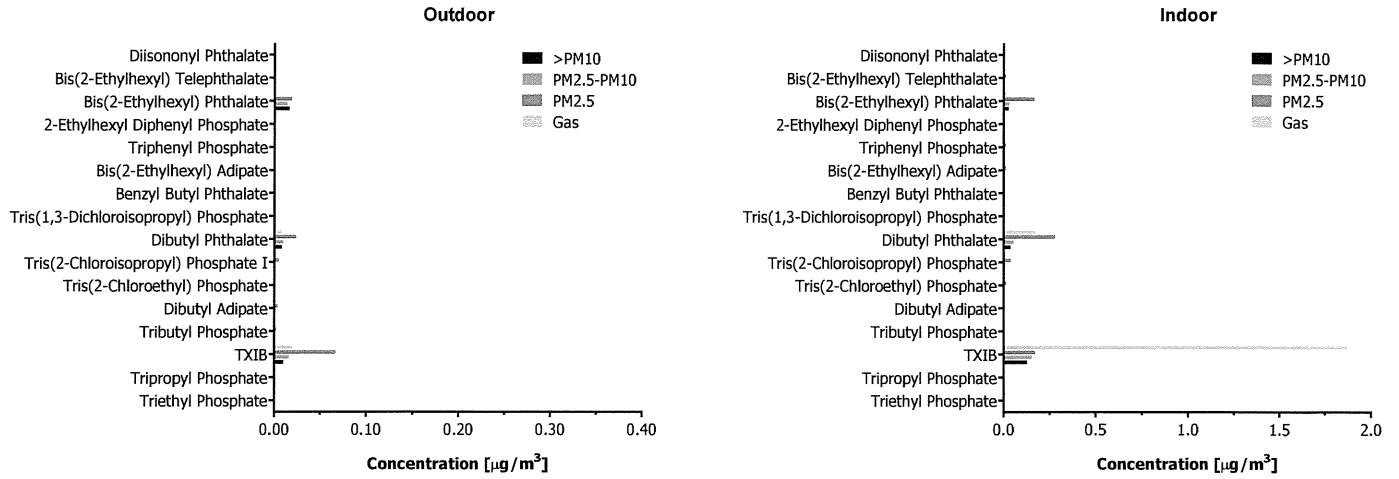


図3-4 室内外SVOC濃度(ID 07 & ID 08)

ID 09



ID 10

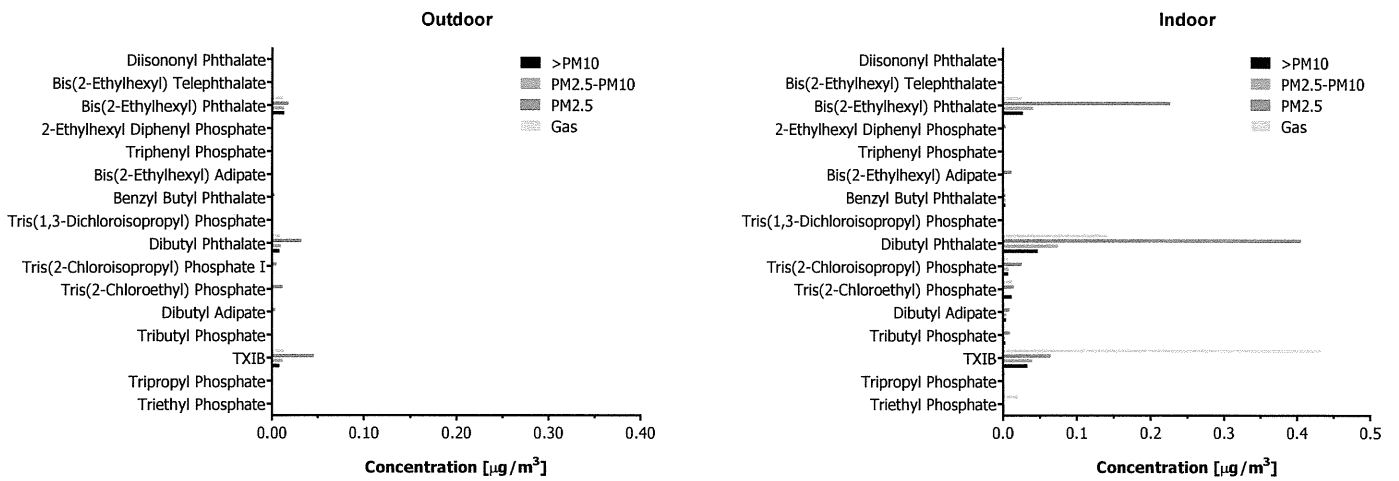


圖3-5 室內外SVOC 濃度(ID 09 & ID 10)