

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）
シックハウス症候群の診断基準の検証に関する研究 分担研究報告書

拡散サンプラーを用いた室内環境の実態調査

研究分担者 榊田 尚樹 国立保健医療科学院
研究協力者 内山 茂久 国立保健医療科学院
稲葉 洋平 国立保健医療科学院
田中 礼子 横浜市衛生研究所、国立保健医療科学院（研究課程）

研究要旨

目的：厚生労働省においては、平成9年にホルムアルデヒドの室内濃度指針値を設定したのをはじめ、平成14年1月まで「シックハウス(室内 空気汚染)問題に関する検討会」を開催し、13の物質について指針値を設定している。平成24年より検討会を再開し新たな知見に基づいて、指針値の改訂及び新しい対象物質の検討が進められてきている。

我々は各種の拡散サンプラーを開発し、過去に全国の一般住宅の実態調査を実施した。そこで、本研究では、上記実態調査における濃度分布について改めて評価した。

方法：空気環境中化学物質濃度の夏季および冬季における実態を4種の拡散サンプラーを用いて調査した結果について濃度分布を評価した。合わせて横浜市内の公共建築物18施設および横浜市周辺区域の一般住宅77戸における屋内・屋外での空気環境中化学物質濃度の夏季および冬季における実態調査を行った。

結果：室内化学物質濃度として高値を示したのは、これまでに報告されているように、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、トルエン、リモネンなどであった。さらにこれまでほとんど評価されてこなかった、酢酸、蟻酸などの酸性ガスの濃度が高いことが確認された。濃度分布から、生活様式に左右されると考えられる、パラジクロロベンゼン、 α -ピネンなどにおいて一部の家屋で極端に高値を示す例が確認された。また公共建築物と一般住宅との比較を行ったところ、公共建築物における化学物質の屋内濃度の総和は夏季、冬季とも一般住宅より低い値を示していた。一方、個人の日化学物質曝露量では、自宅での曝露寄与が最も大きいことがわかった。

まとめ：指針値の設置等により室内空気質は改善傾向にあるが新たな化学物質の課題や、従来あまり検討されてこなかった化学物質において、使用化学物質の変化、生活様式の変化等により、一定の比率で高濃度曝露があり、今後の継続したモニタリング評価が必要である。また一般住宅に比し、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（ビル管法）による規制を受ける建築物における空気質の方が良好であることが確認された。

A. 研究目的

厚生労働省においては、平成9年にホルムアルデヒドの室内濃度指針値を設定したのをはじめ、平成14年1月までのべ9回の「シックハウス(室内 空気汚染)問題に関する検討会」を開催し、13の物質について指針値を設定している（表1）。

その後、

- 1 平成14年1月に指針値が検討されて以降、約15年経過したこと、
- 2 指針値を定めた化学物質以外の代替物質による問題等が新たに指摘されていること、
- 3 シックハウス問題を検討する際に、新たな概念として、VOCの他、SVOCの概念がでて

きたこと、

- 4 細菌由来のVOC類等が検出され、これらも要因となっているなど新たな視点での指摘もあること、
- 5 WHOの空気質基準の改廃の動向と整合を図る必要があること、

以上から、各種の最新の知見に基づき、室内濃度指針値の設定等、今後の対策の検討を行うために平成24年秋から検討会が再開され指針値の改訂及び新しい対象物質の検討が進められてきている。見直し案として表2の対象物質に関して検討が進められてきているところである。

我々は住宅様式の変遷もある中で、室内空気質

の実態がどのような状況であるのかについて、平成23～25年度厚生労働科学研究費「シックハウス症候群の発生予防・症状軽減のための室内環境の実態調査と改善対策に関する研究」により、拡散サンプラーを用いて全国602戸の一般住宅について実態調査を行った。本研究では、これらの成果を再検討し、室内環境中の化学物質濃度の実態について厚生労働省による室内濃度指針値等と比較検討した。

B. 研究方法

B.1. 調査期間および調査対象施設

平成23～25年度厚生労働科学研究費「シックハ

ウスの実態調査と改善対策に関する研究」により、拡散サンプラーを用いて同一家屋の夏季および冬季に全国602戸の一般住宅について実態調査を行った。

B.2. 調査方法

測定箇所に4種類の拡散サンプラー(DSD-BPE/DNPH^{1,2)}, DSD-TEA, DSD-NH₃³⁾, VOC-SD)を設置して24時間の測定を行い、計55物質の空気環境中化学物質濃度の測定を行った。分析は文献¹⁻⁴⁾に従って行った。

上記の結果について、代表的な物質について夏季および冬季の濃度分布を正規確率紙にプロット

表1 現行の室内濃度指針値

揮発性有機化合物	室内濃度指針値	根拠となった毒性指標	設定日
ホルムアルデヒド	100 μg/m ³	ヒト吸入暴露における鼻咽頭粘膜への刺激	1997.6.13
トルエン	260 μg/m ³	ヒト吸入暴露における神経行動機能及び生殖発生への影響	2000.6.26
キシレン	870 μg/m ³	妊娠ラット吸入暴露における出生児の中枢神経系発達への影響	2000.6.26
パラジクロロベンゼン	240 μg/m ³	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	2000.6.26
エチルベンゼン	3800 μg/m ³	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓への影響	2000.12.15
スチレン	220 μg/m ³	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	2000.12.15
クロルピリホス	1 μg/m ³	母ラット経口暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	2000.12.15
小児の場合	0.1 μg/m ³		
フタル酸ジ-n-ブチル	220 μg/m ³	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	2000.12.15
テトラデカン	330 μg/m ³	C8-C16混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	2001.7.5
ダイアジノン	0.29 μg/m ³	ラット吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	2001.7.5
フェノブカルブ	33 μg/m ³	ラットの経口暴露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	2002.1.22
アセトアルデヒド	48 μg/m ³	ラットの経気道暴露における鼻腔嗅覚上皮への影響	2002.1.22

し検討した。

表2 室内濃度指針値の改正と新設案

化学物質	室内濃度指針値 (現行)	新指針値
キシレン	870 μg/m ³	200 μg/m ³
エチルベンゼン	3,800 μg/m ³	58 μg/m ³
DBP (フタル酸ジ-n-ブチル)	220 μg/m ³	17 μg/m ³
DEHP (フタル酸ジ-2-エチルヘキシル)	120 μg/m ³	100 μg/m ³
2-エチル-1-ヘキサノール		130 μg/m ³
テキサノール		240 μg/m ³
TXIB (2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジイソブチレート)		100 μg/m ³

ウス症候群の発生予防・症状軽減のための室内環

表 3 . 全国 602 家屋の夏季及び冬季における屋内外のガス状化学物質濃度 . ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Compound	Winter (n=602)						Summer (n=602)					
	Indoor air			Outdoor air			Indoor air			Outdoor air		
	mean	median	max.	mean	median	max.	mean	median	max.	mean	median	max.
formaldehyde	13	11	58	1.7	1.5	8.5	34	27	220	4.3	3.8	20
acetaldehyde	21	15	230	2.3	2.2	14	19	13	210	3.4	3.1	11
propanal	4.1	2.5	62	0.5	0.4	6.1	7.4	5.3	37	1.2	1.3	3.8
valeraldehyde	0.8	0.6	11	0.4	0.4	4.1	1.9	1.3	35	0.3	0.0	3.3
<i>i</i> -valeraldehyde	0.5	0.0	9.3	0.3	0.0	3.8	0.1	0.0	4.6	0.0	0.0	1.5
hexanal	3.2	2.4	23	0.5	0.1	4.6	7.0	4.2	110	0.4	0.0	7.8
heptanal	0.8	0.8	9.3	0.6	0.8	5.4	0.7	0.0	7.6	0.1	0.0	2.9
octanal	1.0	1.0	7.5	0.7	0.9	9.2	1.6	1.3	13	0.3	0.0	8.0
nonanal	4.3	3.1	33	1.5	1.4	14	12	11	37	5.5	5.5	14
decanal	1.4	1.3	32	1.1	1.3	6.9	3.7	3.5	15	1.0	0.0	8.8
acrolein	0.8	0.5	8.5	0.3	0.3	1.2	0.9	0.8	4.8	0.2	0.0	1.4
crotonaldehyae	0.5	0.4	18	0.3	0.4	2.2	0.2	0.0	18	0.1	0.0	1.6
2-nonenal	0.6	0.1	5.2	0.5	0.0	7.8	0.3	0.0	3.4	0.1	0.0	3.0
benzaldehyde	0.8	0.7	25	0.4	0.1	6.9	1.3	0.9	16	0.1	0.0	2.6
<i>o</i> -tolualdehyde	0.8	0.0	61	0.4	0.0	4.8	0.2	0.0	13	0.1	0.0	2.6
<i>m</i> + <i>p</i> -tolualdehyde	1.0	0.8	120	0.6	0.6	6.9	1.9	1.6	15	1.0	1.0	8.0
2,5-DMBA	0.9	0.9	11	0.9	0.9	7.0	2.6	2.2	19	2.6	2.2	17
acetone	27	14	2500	4.7	4.3	34	22	14	490	4.9	4.2	30
2-butanone	1.3	0.9	23	0.7	0.6	9.0	1.7	1.2	99	0.6	0.6	4.1
hexane	2.8	1.6	160	1.7	0.9	97	3.5	1.6	240	1.5	1.0	72
heptane	3.9	1.1	250	0.1	0.0	9.5	2.0	0.0	68	0.1	0.0	9.3
2,4-dimethylpentane	0.1	0.0	2.9	0.1	0.0	38	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	2.1
octane	2.8	0.6	110	0.1	0.0	8.1	2.0	0.0	110	0.1	0.0	13
nonane	11	1.2	460	0.9	0.4	42	6.6	0.0	540	0.4	0.0	110
decane	13	2.9	420	2.5	1.4	85	7.8	1.5	320	2.2	0.0	170
undecane	19	5.0	580	5.3	2.2	160	18	8.2	310	2.3	0.0	230
benzene	2.3	1.7	19	1.6	1.3	6.3	1.3	1.0	14	1.0	0.8	10
toluene	9.6	6.8	370	5.5	3.2	150	12	6.4	330	7.0	3.9	94
ethylbenzene	5.3	2.2	710	1.6	1.2	23	4.4	2.3	240	1.5	1.4	13
<i>o</i> -xylene	3.4	1.5	120	1.0	0.8	11	2.6	1.4	77	0.5	0.0	20
<i>m,p</i> -xylene	8.2	3.7	430	2.5	2.3	21	5.8	2.9	180	1.8	1.5	45
1,2,3-trimethylbenzene	1.7	0.5	46	0.4	0.2	8.1	0.9	0.0	31	0.1	0.0	19
1,2,4-trimethylbenzene	6.4	2.0	190	1.6	1.1	29	4.0	1.5	150	0.6	0.0	72
1,3,5-trimethylbenzene	1.9	0.7	49	0.5	0.4	11	1.2	0.0	45	0.2	0.0	20
trichloromethane	0.7	0.4	16	0.2	0.0	6.7	0.7	0.0	16	0.1	0.0	1.5
carbon tetrachloride	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	1.1	0.1	0.0	1.7	0.1	0.0	1.1
dibromochloromethane	0.1	0.0	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	1.2
1,2-dichloroethane,	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	11	0.0	0.0	0.6
1,1,1-trichloroethane	0.1	0.0	26	0.0	0.0	2.0	0.2	0.0	40	0.0	0.0	0.5
1,2-dichloropropane	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0
trichloroethylene	0.1	0.0	2.5	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.9
tetrachloroethylene	0.4	0.0	45	0.0	0.0	3.3	0.2	0.0	18	0.0	0.0	3.9
<i>p</i> -dichlorobenzene	31	1.4	2100	0.5	0.0	38	120	4.3	13000	3.7	1.1	200
ethyl acetate	5.4	1.2	780	0.5	0.0	29	8.5	0.0	650	0.2	0.0	23
butyl acetate	3.8	1.4	220	0.3	0.0	9.7	6.2	0.0	410	0.2	0.0	16
α -pinene	5.6	1.3	180	0.2	0.0	46	30	3.7	1900	1.2	0.8	17
<i>d</i> -limonene	24	13	440	0.6	0.0	31	17	7.3	260	0.5	0.0	54
ozone	1.7	1.1	27	34	32	160	10	7.2	62	34	33	88
formic acid	54	21	440	13	9.9	92	28	24	240	15	14	51
acetic acid	93	84	330	38	33	150	130	97	840	39	37	100
hydrogen chloride	2.7	0.9	150	2.9	1.0	54	1.9	1.3	150	1.6	1.3	18
nitrogen dioxide	220	56	2000	28	20	380	13	9.7	99	11	9.2	83
sulfur dioxide	2.2	0.7	480	2.4	1.4	42	0.6	0.5	7.2	1.2	0.7	13
ammonia	16	12	350	5.0	3.8	18	37	28	1000	9.9	8.8	36
temperature (°C)	17	18	27	4.7	4.9	21	28	28	35	26	27	31
humidity (%)	48	48	81	59	60	93	63	63	86	74	74	94

C．研究結果と考察

C．1．全国調査結果

平成 23～25 年度厚生労働科学研究費「シックハウス症候群の発生予防・症状軽減のための室内環境の実態調査と改善対策に関する研究」により、我々が、拡散サンプラーを用いた空気質のモニタリングを全国で実施し、全国 602 戸の住宅における屋内外の各種化学物質濃度を算術平均値、中央値、最大値を算出評価した結果を再掲した（表 3）。なお、測定は夏季と冬季に同一住宅で行い、測定時間はすべて 24 時間である。

オゾンをのぞくほとんどの化学物質で室内の濃度が、屋外の濃度より高く、室内に発生源があることが確認された。室内化学物質濃度として高値を示したのは、これまでに報告されているように、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、トルエン、リモネンなどであった。さらにこれまでほとんど評価されてこなかった、酢酸、蟻酸などの酸性ガスの濃度が高いことが確認された。濃度分布から、生活様式に左右されると考えられる、パラジクロロベンゼン、 α -ピネンなどにおいて一部の家屋で極端に高値を示す例が確認された。代表的な化学物質について、夏季及び冬季の室内空気質濃度の累積度数分布のプロットを図 1 に示す。

多くの物質で 1～5% 程度において高い濃度を示す分布が観察され、発生源として建材や什器の存在だけでなく、生活様式による相違も示唆された。

改正案に基づく、上記調査における新指針値超過割合は、エチルベンゼンにおいて冬季 0.8%、夏季 0.7% であった。キシレンにおいては冬季 0.5%、夏季 0.3% であった。

そのほか指針値を超過した割合としては、ホルムアルデヒドが夏季に 0.7%、アセトアルデヒドが夏季 4.1%、冬季 6.7%、パラジクロロベンゼンが夏季 6.8%、冬季 2.3%、室内の燃焼器具に由来すると思われる二酸化窒素が冬季 36.1% などであった。

室内環境におけるガス状有害物質は、ホルムアルデヒドやアセトアルデヒド等のカルボニル化合物、ベンゼンやトルエン等の揮発性有機化合物（VOC）、二酸化窒素や二酸化硫黄等の酸性ガス、アンモニアやトリメチルアミン等の塩基性ガスに

大別することができる。これまで、室内空気中のカルボニル化合物や VOC 濃度に関しては多くの報告があるが、酸性ガス、塩基性ガス、オゾンに関してはほとんど無い。しかし、これらの物質の中には、刺激性物質、悪臭物質、喘息を引き起こす物質など直接人体に影響を及ぼす物質ばかりでなく、人体には直接害を及ぼさないが、化学反応により有害物質に変化する物質も室内環境には存在する。例えば、リモネンとオゾンが反応してホルムアルデヒドを生成するという報告もある。また、二酸化窒素が VOC と反応してニトロ化物を生成することも懸念される。したがって、シックハウス等の室内空気質調査では、幅広く化学物質を測定することが望ましい。

最大濃度を示した化学物質としては、パラジクロロベンゼンがあった。パラジクロロベンゼンの発生源は、防虫防臭剤であるが、未だに、わずかではあるがパラジクロロベンゼンを使用した防虫防臭剤の使用住宅の存在がうかがわれ、使用している住宅と全く使用していない住宅が存在したため、非常に幅広い濃度分布を示した。

C．2．横浜市における特定建築物と一般住宅の比較

横浜市の公共建築物と一般住宅の空気環境について比較を行った。建築物ごとに本調査で測定対象とした 55 物質全ての濃度の合計値（総和）を夏季・冬季の屋内・屋外について求め、この平均値を公共建築物と一般住宅で比較した（図 2）。公共建築物における化学物質の屋内濃度の総和の平均値は夏季、冬季とも一般住宅より有意に低い値であった（いずれも $p < 0.01$ ）。また公共建築物 18 施設においては夏季および冬季の屋内・屋外とも調査対象とした化学物質の中では指針値等を超過した物質はなく、室内空気質は良好であると考えられた。本調査対象の公共建築物は全て、建築物における衛生的環境の確保に関する法律による規制に加え、横浜市が独自に定めている横浜市公共建築物シックハウス対策ガイドラインを順守している施設である。これらの規制による室内空気中の化学物質低減化には一定の効果があることが示唆された。一方、一般住宅 77 戸の屋内においては、何らかの物質の濃度が指針値等を超過した

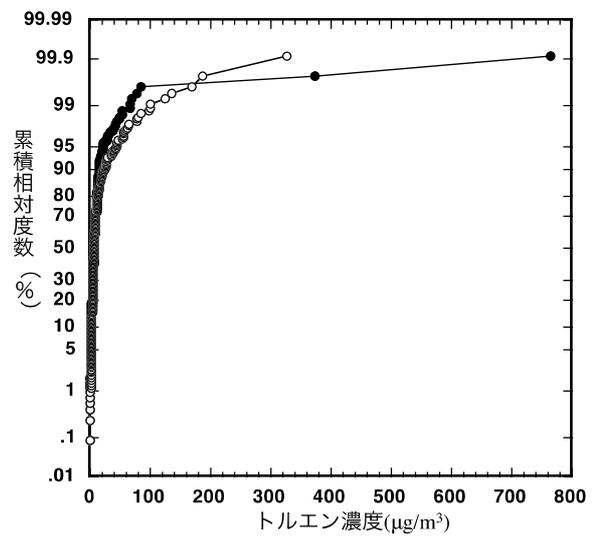
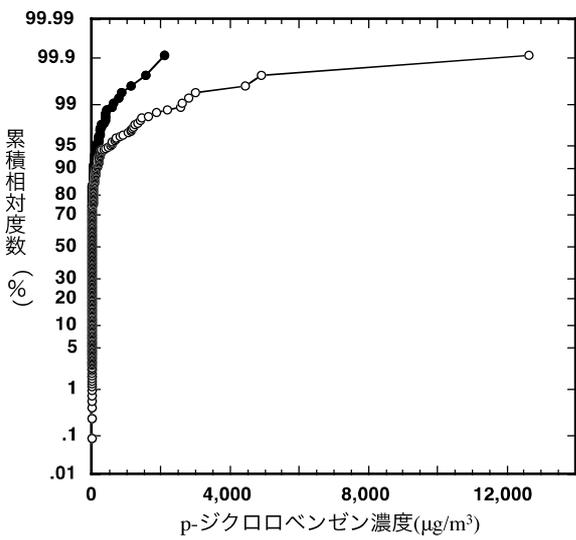
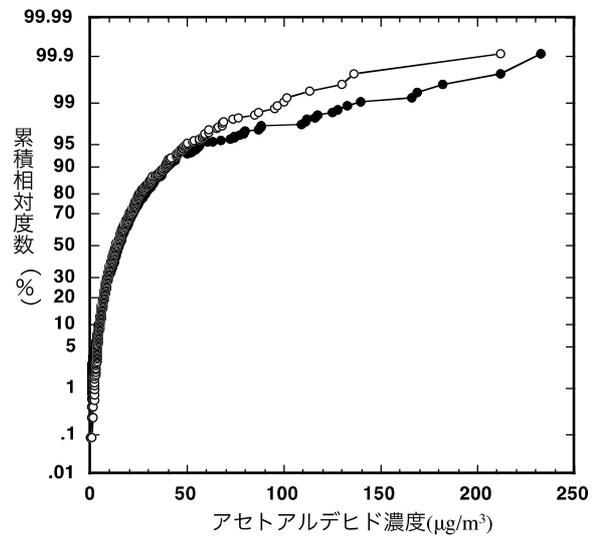
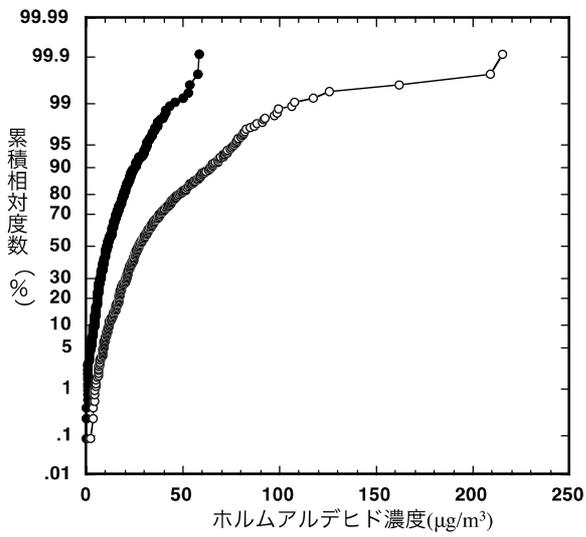
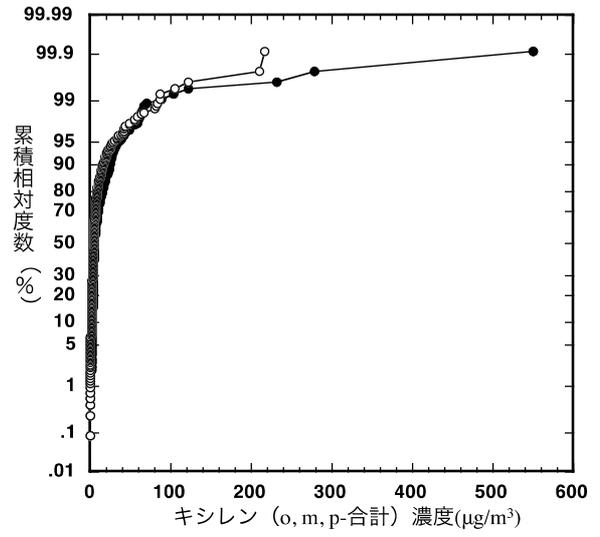
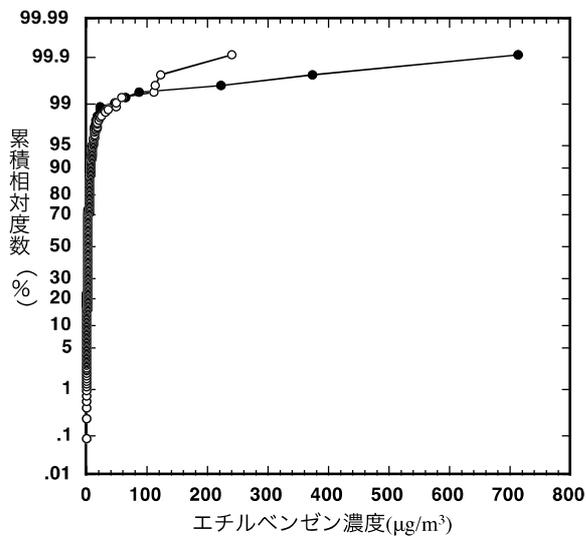


図1 各化学物質の夏季（白丸）及び冬季（黒丸）における屋内濃度の累積度数分布

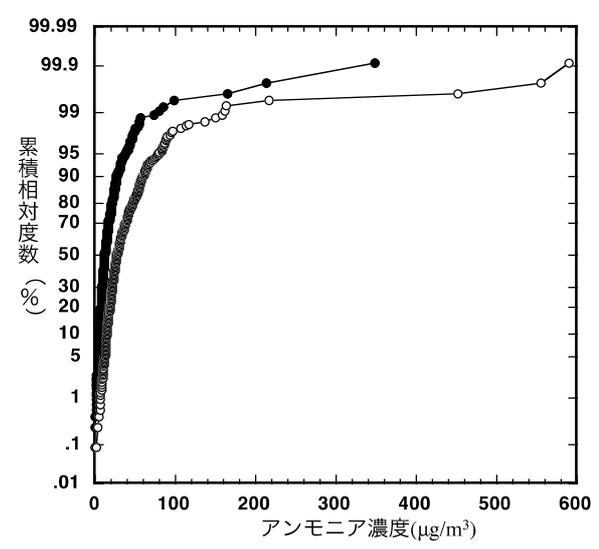
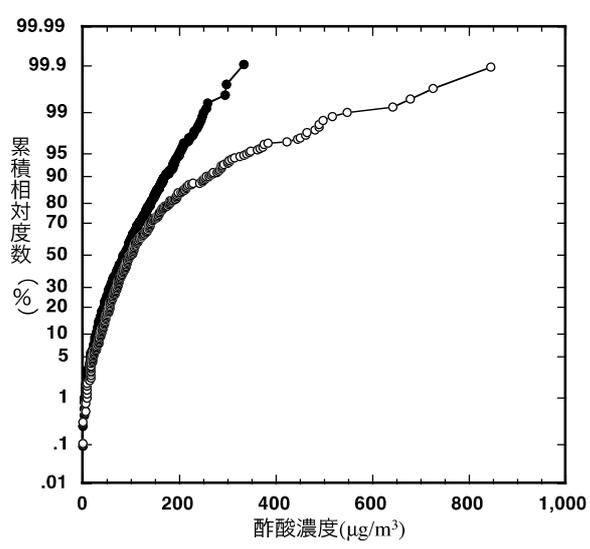
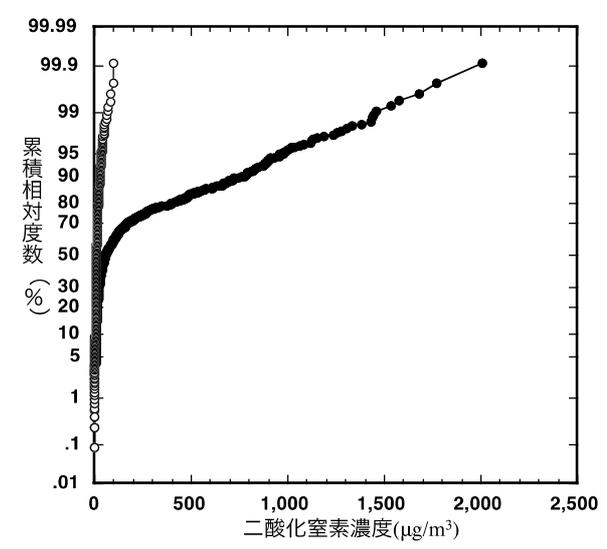
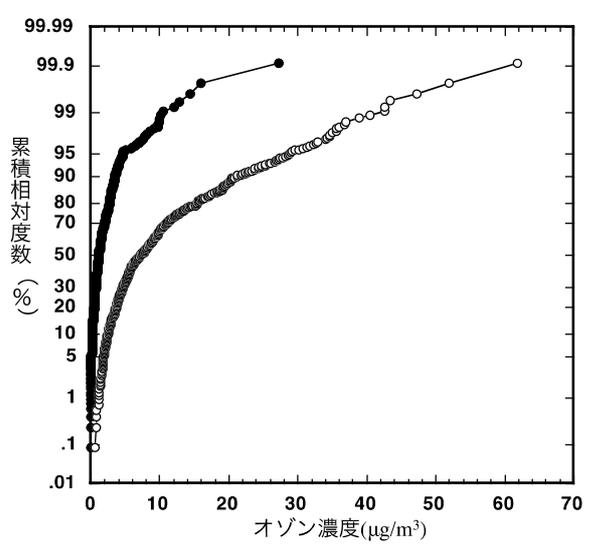
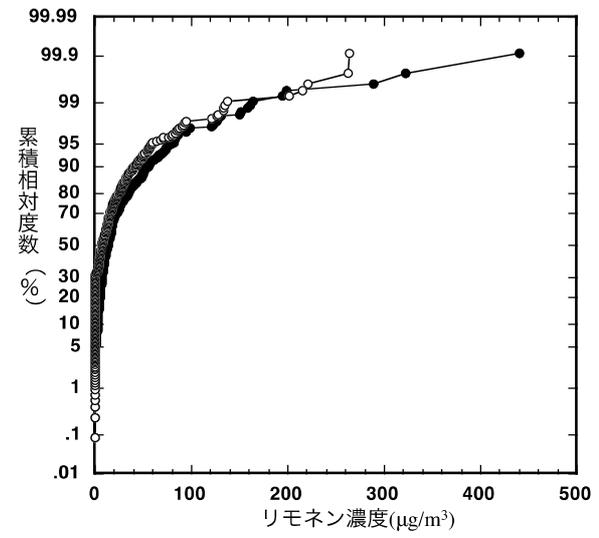
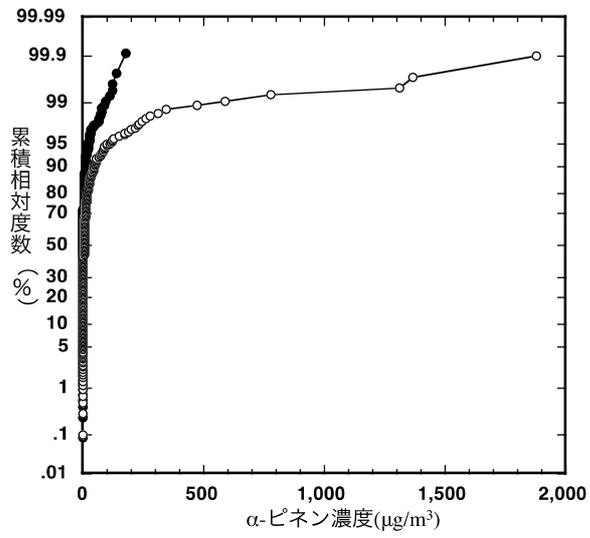


図1 各化学物質の夏季（白丸）及び冬季（黒丸）における屋内濃度の累積度数分布（続き）

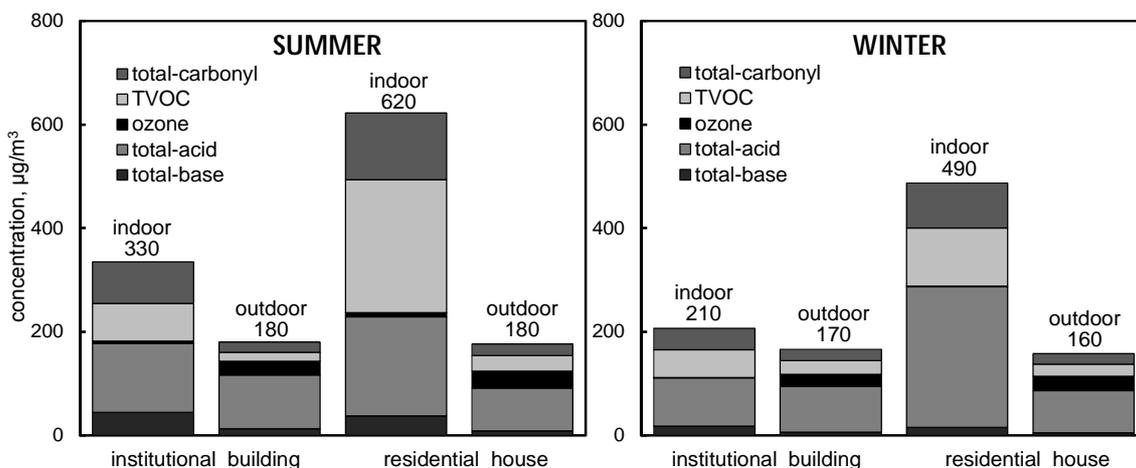


図2. 横浜市における夏季および冬季の特定建築物18棟と一般住宅77戸における屋内外の空気質評価の比較

住宅が夏季15戸(19%)、冬季4戸(5.2%)あった。さらに、この中には夏季・冬季とも複数の物質が指針値等を超過した住宅が存在した。

D. 結論

室内空気質は、指針値の設置等により改善傾向にあるが新たな化学物質の課題や、従来あまり検討されてこなかった各種酸性ガスが比較的高濃度で存在することが確認されたこと、燃烧に伴う二酸化窒素など生活の仕方により非常に高濃度になりうる可能性があることなどが示され、一般集団においては一定比率で指針値を超える濃度の化学物質に曝露される環境が存在することが確認された。

また一般住宅に比し、建築物における衛生的環境の確保に関する法律(ビル管法)による規制を受ける建築物における空気質の方が良好であることが確認された。

参考文献

- 1) Uchiyama, S., et al. *Anal. Chem.* 2009; 81: 485-489.
- 2) Uchiyama, S., et al. *Anal. Chim. Acta* 2011; 691: 119-124.
- 3) Yamada, T., et al. *Atmos. Environ.* 2012; 54: 629-633.
- 4) Uchiyama S., et al. *Environ. Res.* 2015; 137: 364-372.

関連論文発表

- (1) Uchiyama S, Tomizawa T, Tokoro A, Aoki M, Hishiki M, Yamada T, Tanaka R, Sakamoto H, Yoshida T, Bekki K, Inaba Y, Nakagome H, Kunugita N. Gaseous chemical compounds in indoor and outdoor air of 602 houses throughout Japan in winter and summer. *Environ Res.* 2015, 137:364-72.
- (2) Azuma K, Uchiyama I, Uchiyama S, Kunugita N. Assessment of inhalation exposure to indoor air pollutants: Screening for health risks of multiple pollutants in Japanese dwellings. *Environ Res.* 2015, 145:39-49.
- (3) Azuma K, Uchiyama I, Katoh T, Ogata H, Arashidani K, Kunugita N. Prevalence and Characteristics of Chemical Intolerance: A Japanese Population-Based Study. *Arch Environ Occup Health.* 2015, 70(6):341-53.
- (4) 坂元 宏成, 内山 茂久, 木原 顕子, 都竹 豊茂, 戸次 加奈江, 稲葉 洋平, 中込 秀樹, 櫻田 尚樹. 拡散サンプラーを用いた千葉市周辺の住宅における室内外空気質の実態調査. *日本衛生学雑誌* 2015;70: 249-258.
- (5) 吉田勤, 内山茂久, 武口祐, 宮本啓二, 宮田淳, 戸次加奈江, 稲葉洋平, 中込秀樹, 櫻田尚樹. 4種の拡散サンプラーを用いる札幌市における屋内外のガス状化学物質の実態調査. *分析化学* 2015;64:55-63.

- (6) 田中礼子,内山茂久,稲葉洋平,櫻田尚樹. 横浜市周辺の公共建築物と一般住宅における室内環境中化学物質濃度. 環境化学, 2016; 26(1): 9-19.

学会発表

- (1) Kunugita N, Uchiyama S, Inaba Y. Nationwide survey of chemical compounds in indoor and outdoor air in Japan using diffusive sampling devices. National Institute for Environmental Studies (NIES) and University of Public Health (UPH) Joint Symposium in 44th Myanmar Health Research Congress. 2016.1.5-9, Yangon, Myanmar. Programme and Abstracts. p.86.
- (2) 伊豆里奈,内山茂久,戸次加奈江,稲葉洋平,中込秀樹,櫻田尚樹. ピリジン-2-アルデヒド及び trans-1,2-ビス(2-ピリジル)エチレンを含浸させた捕集剤を用いる大気中ヒドラジン類の分析. 平成 27 年室内環境学会学術大会; 2015.12.3-4; 沖縄. 平成 27 年室内環境学会学術大会講演要旨集. p.63.
- (3) 伊豆里奈,内山茂久,戸次加奈江,稲葉洋平,櫻田尚樹,中込秀樹. 2-ピリジンアルデヒドを捕集剤とした大気中ヒドラジン類の分析. 第 74 回日本公衆衛生学会総会; 2015.11.4-6; 長崎. 日本公衆衛生雑誌. 2015;62(10 特別付録):564.
- (4) 吉田勤,内山茂久,稲葉洋平,櫻田尚樹,猪股省三,宮本啓二,木田潔. LC-MS/MS によるグリオキサール,メチルグリオキサール,ジアセチルの分析. 第 24 回環境化学討論会; 2015.6.24-26; 北海道. 同要旨集 (DVD-ROM).
- (5) 山田智美,内山茂久,戸次加奈江,稲葉洋平,櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いる室内空気中のアンモニアとトリメチルアミンの長期捕集. 第 24 回環境化学討論会; 2015.6.24-26; 北海道. 北海道. 同要旨集 (DVD-ROM).
- (6) 戸次加奈江,内山茂久,富澤卓也,稲葉洋平,櫻田尚樹. 室内空気中揮発性有機化合物の好感度分析法の開発及び長期捕集の検討. 第 24 回環境化学討論会; 2015.6.24-26; 北海道. 同要旨集 (DVD-ROM).
- (7) 田中礼子,山之内孝,加藤元規,内山茂久. 新築公共建築物における室内空気質の濃度推移. 第 24 回環境化学討論会; 2015.6.24-26; 北海道. 同要旨集 (DVD-ROM).
- (8) 妹尾結衣,内山茂久,林田英樹,戸次加奈江,稲葉洋平,櫻田尚樹. 固体捕集-2,4-ジニトロフェニルヒドラジン誘導体化法による大気中アクロレインの分析. 平成 28 年室内環境学会学術大会講演要旨集; 2016. 12. 15-16; つくば. 同公演要旨集. p.58-59.
- (9) 林田英樹,内山茂久,牛山明,妹尾結衣,戸次加奈江,稲葉洋平,小倉裕直,櫻田尚樹. 拡散サンプラーを用いる動物実験室,手術室に存在する揮発性麻酔薬(イソフルラン,セボフルラン,デスフルラン)の分析. 平成 28 年室内環境学会学術大会講演要旨集; 2016. 12. 15-16; つくば. 同公演要旨集. p.70-71.
- (10) 山田智美,内山茂久,稲葉洋平,櫻田尚樹. リン酸含浸シリカを捕集剤とした拡散サンプラーを用いる大気中アミン類の分析. 第 25 回環境化学討論会; 2016.6.8-10; 新潟. 同プログラム集. p.135.