

が勧められる。

## 12. 化学物質過敏症の神経行動学的な特性（展望）

Weiss B

Neurotoxicology 19: 259-68, 1998.

多種類化学物質過敏症は主として主観的な行動学的な訴えを基とした症候群で、免疫系とリンクしているとも考えられている。本論文での内容は多種類化学物質過敏症、シックビルディング症候群、慢性疲労症候群、および湾岸戦争症候群に関してである。慢性疲労症候群を除いて、毒物曝露が発症原因として働いている点で一致している。しかし原因となる化学物質の種類は非常に多く、しかも曝露量が極めて少ない量で発症しているという、因果関係を示すにはやや曖昧な点が残っている。また一般的な典型的な臨床所見に欠けている点もある。発症機序に関しては種々言われている。すなわち、心身症のような精神起因性、条件反射や行動学的な機序によるもの、感作という神経薬理学的な機序、視床下垂体副腎系の侵襲とする精神神経免疫学的機序などである。今後動物実験や臨床的な研究から、特に吸入性物質の負荷試験からこれらが解明されるであろう。

## 13. 化学物質過敏症と免疫系：免疫系侵襲への理解のための範例

Dietert RR, Hedge A

Neurotoxicology 19:253-7, 1998.

化学物質の境界領域を有効に理解するために、環境起因性の免疫系の変動を考慮に入れて化学物質過敏症と免疫系の関係に接近を試みた論文である。またさらに、環境起因性の炎症を理解するための要点についても論議を加えている。免疫系と神経系の共通の生物学的な指標についても論議を加えている。これら2系統の炎症反応で役割を果たしているメディエーターについて、これらの議論を通じて認識を高めている。そして結論として、化学物質過敏症と免疫系をつなぐ特有な免疫系の変質について述べている。

## 14. 低レベルホルムアルデヒド曝露はコカインに対して交叉性の過敏反応を作る；ヒト化学物質過敏症の発症機序解明の可能性について。

Sorg BA, Willis JR, See RE, Hopkins B, Westberg HH.

Neuropsychopharmacology 18: 385-94, 1998.

ヒトの化学物質への過敏反応は交点的な障害と考えられている。一旦過敏性になってしまったヒトはドンドン感受性が高まってしまう。化学物質に過敏性があると訴える人の多彩な精神症状発現の連鎖の理解のために Bell 達 (1992) により提案されている仮説を基に本実験は行われた。その仮説とは化学物質曝露後に症状が増加してくることを説明している仮説で、齧歯類に繰り返して精神的な刺激を与えている時に認められる過敏性獲得に化学物質過敏症が似ているとするものである。繰り返しての精神的な刺激物質曝露は行動の活性を高め、それは特定の大脳辺縁系の経路の神経化学的な反応性を高めている。そして同様な大脳辺縁系への経路での過敏性獲得が化学物質過敏症でも起こっているのだとする仮説である。この仮

説を実証するのが本論文の目的である。

Sprague-Dawley ラットをホルムアルデヒドに毎日1時間、7日、または20日間(5日/週×4週)曝露し、対照として空気曝露を置いた。最終曝露後2日から4日の間にコカインの負荷を行った(早期反応)。さらに4-6週後にコカイン負荷を行った(後期反応)。7日曝露群ではコカイン負荷で運動の活発化は見られなかった。しかし20日曝露群では早期反応、後期反応ともに垂直方向への運動の活発化が有意に認められた。

この結果は低濃度長期曝露後に行動の過敏性反応が認められ、化学物質過敏症患者の過敏反応についての脳辺縁系過敏性獲得仮説を指示するものである。

#### 15. 化学物質および環境への過敏性について振り返ってみて(展望)

Waickman FJ, Vojdani A.

Otolaryngologic Clinics of North America 31: 55-67, 1998.

化学物質過敏症は相当以前から認められてきている。30年か、それ以上前から曝露化学物質が増え続けているのである。一部の人はこれらの化学物質に過敏な反応を示して、非常に広範な症状を示している。多種類の器官が侵襲されているのかもしれない。本論文は化学物質過敏症が確実に存在すること、また認知されていることを展望している。またどの様に診断され治療されているかも述べている。医師に化学物質過敏症の存在を教育することの必要性を説いている。患者が受診し、症状を訴えた時に、鑑別診断の中に化学物質過敏症を入れるように教育すべきであると述べている。

#### 16. 一つの疾患モデルとしての総体生体防禦系の重複性：多種類化学物質過敏症の例として Rowat SC

Environmental Health Perspectives 106 Suppl 1: 85-109, 1998.

中枢神経、免疫、内分泌系は多種類の共通のメッセンジャーを通して連携している。この問題の発展期には、総体生体防禦系(IDS)はこの連携をそれぞれ別個の特異な概念で発展させてきた；ストレス反応、急性期反応、非特異的免疫反応、神経の蓄積効果としての発火(キンドリング)、耐性、時間依存性過敏性獲得、神経起因性のスイッチ・オン、そして外傷性の解離である。これらのIDSを記述し、それらの重複性を検討した。疾患の出現からIDSを三つのモデルにまとめられる：損傷；IDS機能が正しく働かなくなる。不適當、不適切；連携の前後関係に乱れが生じて、ずれてしまう。展開、学習；一連の連携反応として学習したIDSが病的であった。

化学物質過敏症の機構は種々なIDS疾患モデルから考えられる：モデル1Aは中枢神経系への殺虫剤による障害である。そして身体の化学物質総負荷量、外傷性解離、そして慢性の亜鉛不足と重複している。モデル1Bはベンゼンによるインターロイキン1の失調で、小児期の発達の欠落とハプテン抗体系の異常への発展。モデル1CはIgGに対する自己免疫で、他のIgG inducerに影響がおよび、突然に刺激性の物質や食物の化学物質汚染への反応として拡がる。モデル2Aは化学物質とストレスの超過負荷である。感受性、感作、引き金、症状の拡散現象モデルと比肩し得るものを含んでいる。モデル2Bは遺伝性

の水銀アレルギーで、重金属/亜鉛置換、小児期/消化管からの水銀曝露である。モデル3は展開と学習による多種類化学物質過敏症である。以上最近の化学物質過敏症の研究とIDSモデルを基にして、臨床所見の諸問題を推論した。また大がかりな自己申告による疫学調査が臨床的な研究や実験的な研究の発展のための指標となることについて述べた。

#### 17.多種類化学物質過敏症の社会的な支援

Gibson PR, Cheavens J, Warren ML.

Research in Nursing & Health 21: 103-15, 1998.

化学物質過敏症305名の社会的支援状況を「個人支援質問票85 (PRQ85:Weinert 1987)」を用いて回答者の社会的な状況を調査した。PRQ85のスコアは健常者に比べて低く、しかし慢性疾患を持っている人たちと同程度であった。患者達は支援が必要なのだが、公的支援は限られていること、芳香剤を含めて化学物質を避けなければならないこと、情報の欠落、化学物質過敏症に対する拒否反応から支援が得られにくい状況にあった。回答者は支援団体や配偶者などからある程度の支援を得てはいる。彼らの労働水準、連れ合いの関係、支援団体からの毎日、またはそれよりもまばらな支援、家庭での化学物質の排除状況、性別、疾患の改善状況(19%のばらつきがあるが)について記載した。これら患者の特異な問題点をデータに基づいて説明した。またこれら患者に遭遇した際の関係者への示唆を示した。却

#### 18.宇宙船パイロット達の健康問題特に視力、調節、室内環境問題

NASA.

The longitudinal study of astronaut Health, Vol8, Issue 1, (2), 1999

宇宙船のパイロット達の健康問題は21世紀に最も大切な問題である。無重力での船内では顔面が膨らんで突っ張る感じ(facial fullness) 骨の密度の低下(bone density loss)、カルシウム減少などはよく知られているし現在まで多数の研究もある。

ところが最近122名の宇宙船のパイロット達の健康白書が初めて公開報告された。それによると、彼等の最も重要な自覚症状これは帰還後眼専門家による詳細な検査により明らかにされたが、とりわけ重要だったのは眼症状であり意外に多く、次に重要であったのは換気、化学物質などによる室内環境汚染の問題であった。

122名の検査で最大の頻度がみられたのは近方視力障害(15.6%)でこれは毛様筋による、調節とおそらく瞳孔の絞りのつまり、自律神経系の障害であろう。次はやはり、それと関係する屈折状態の変化で(9.8%)にこれを認めた。次が室内の化学物質汚染による不快感(10.7%)であった。その次に多かったのは眼の刺激症状、異物感、乾燥感(9.0%)はおそらく室内環境に関係があると考えられるがこれらの症状を認めた。今回明かにされた研究成果は今後の宇宙船パイロット達の健康問題特に視力、調節、室内環境問題にとりわけ重要な問題を提起した。

### III. 室内空気中の化学物質が起因とされる 疾患と化学物質の関連性に関する研究

#### 1. 居住環境室内空気中化学物質に関する研究

国立医薬品食品衛生研究所環境衛生化学部

安藤 正典

松村 年郎

#### 2. オフィスビルにおける空気環境中化学物質の存在状況

(財)労働科学研究所研究部

原 邦夫

#### 3. 防蟻・防虫剤による室内化学物質汚染の状況と対策に関する調査研究

国立公衆衛生院建築衛生学

池田 耕一

## 1. 居住環境室内空气中化学物質に関する研究

安藤正典 国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 部長

松村年郎 国立医薬品食品衛生研究所 環境衛生化学部 第一室室長

### 研究要旨

居住環境内等で高濃度の化学物質に暴露された場合、様々な症状を呈することが指摘されている。中でも、近年、注目されているのが化学物質過敏症である。この疾患は一旦、過敏性を獲得すると、以後、極微量の化学物質に暴露された場合でも過敏症が発症する。しかも、化学物質の種類に係わらず発症することが特徴である。本研究においては化学物質過敏症の発症にどのような種類の化学物質がどのようなレベルで、かつ、どのような環境条件で関与してくるのかを明らかにすることを目的とする。初年度は過敏症の発症に大きく関与が指摘されている新築住宅をターゲットに、化学物質汚染の実態調査を行い、化学物質の種類と汚染レベルの把握等、基礎的資料の蓄積を図る。

### A. 研究目的

化学物質過敏症の発症に及ぼす化学物質の種類及び濃度レベル、室内環境条件がどのように関与しているのかを明らかにする。初年度は化学物質過敏症に大きく関与が指摘されている新築住宅をターゲットに VOCs、有機リン化合物及びアルデヒド類等の実態調査を実施し、化学物質過敏症と化学物質との関連性究明の基礎資料の提供を図る。

### B. 研究方法

#### 1. 測定対象住宅

東京都内及び横浜市内に建立する集合及び戸建住宅を対象に調査を行った。なお、都内の戸建住宅では TVOC、アルデヒド類、VOCs、換気回数等の総合調査を実施した。

また、横浜市内の集合住宅では粒子状及びガス状の有機リン化合物の経月変化の測定を行った。

#### 2. 測定場所

測定対象室内の床上、1.2m 地点にサンプリングポイントを設け、サンプリングを行った。基本的には居間を対象とした。

#### 3. 測定法

##### 3.1 有機リン化合物

##### 3.1.1 粒子状物質とガス状物質の測定

ガラス繊維フィルターと Empore Disk C18 フィルターを重ねてロシホルダーにセットする。これに毎分 3L の流速で 24 時間試料空気を捕集する。捕集後、それぞれのフィルターにアセトンを加え、被検成分を抽出する。抽出液を GC/FPD に導入し分析を行う。ここで、ガラス繊維で捕集された成分を粒子状物質、Disk C18 フィルターに捕集された成分をガス状物質とした。

### 3.1.2 粒径別測定法

ニールインパクト付きローボリウムエアサンプラーを用いて、毎分 3L で 24 時間サンプリングする。インパクトの 1 段目で 10 $\mu$ m 以上、2 段目で 2.5-10 $\mu$ m の範囲、3 段目で 2.5 $\mu$ m 以下の粒径分布の測定ができる。

粒径分布ごとの分析は 3.1.1 と同様、アセトン抽出、GC/FPD 法で行った。

### 3.2. VOCs

活性炭に空気中の VOCs を毎分 100ml の流速で 24 時間捕集する。捕集後、CS<sub>2</sub> で被検成分を抽出後、GC/MS で VOCs の分析を行う。

### 3.3 HCHO

HCHO はパッシブサンプラー法を用いた。市販の DNPH-カートリッジを室内の中央、床上 1.2m 地点に吊し、24 時間放置する。放置後、カートリッジにアセトニトリルを滴下し、DNPH-HCHO 誘導体を溶出する。溶出液 20 $\mu$ l を HPLC に導入し HCHO の分析を行う。

### 3.4 アルデヒド類

市販の DNPH-カートリッジに毎分 1L の流速で 30 分採気した後、アセトニトリルで溶出後、HPLC で分析する。

## C. 研究結果

### 1. 有機リン化合物

東京都内及び横浜市内に建立する集合住宅及び戸建住宅を対象に粒径別測定を行った。その結果を表 1 に示した。全ての住宅において検出されたのは TBP(トリブチルホスフェート)で、粒径別には 10 $\mu$ m 以上の粗大粒子が高い傾向を示した。また、TBHP(トリスブトキシエチルホスフェート)も比較的濃度が高い傾向を示していた。一方、横浜市内に建立する集合住宅で粒子状とガス状物質の同時測定を 1998 年 5 月から 12 月までの 8 カ月間にわたって経月的に調査を実施した。その結果を図 1 に示した。粒子状及びガス状とも夏季に濃度が高い傾向を示していた。

### 2. VOCs

東京都内及び横浜市内の住宅内で調査を行った結果を表 2 に示した。新築の場合、トルエン等の溶剤関係の VOCs が圧倒的に高い傾向を示している。

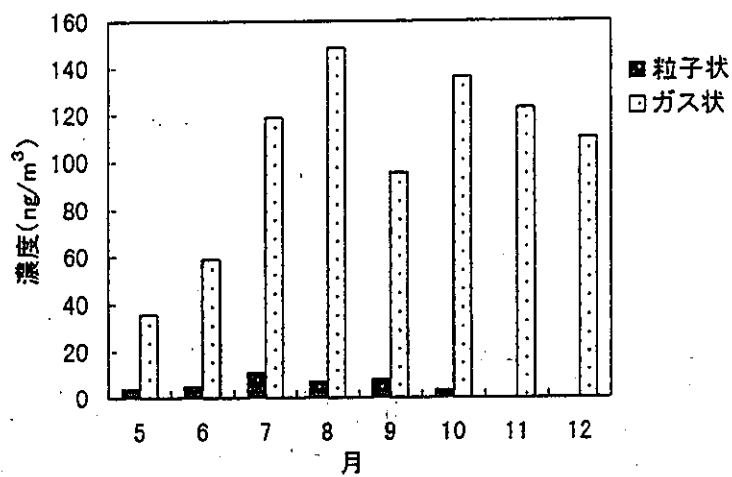
一方、都内の新築戸建住宅内で TVOC 濃度の連続実測試験を行った。その結果を表 3 に示した。濃度範囲は 1 時間値で 1.2mg/m<sup>3</sup>-5.5mg/m<sup>3</sup> で、その平均値は 3.9mg/m<sup>3</sup> であった。また、図 2 には調査期間内の日内変動を示した。

### 3. アルデヒド類

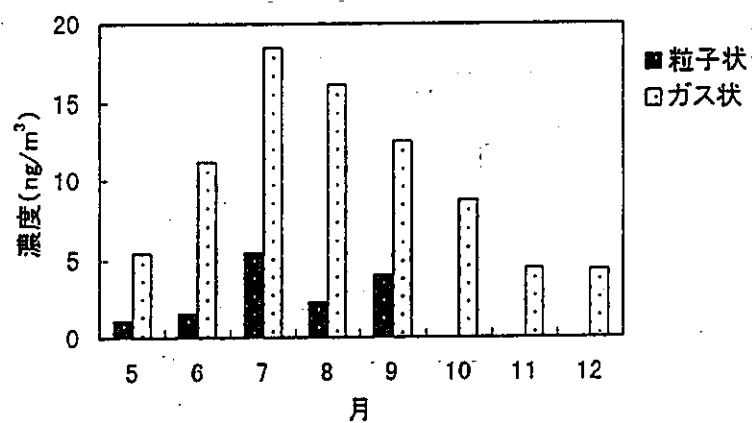
都内の新築住宅内で HCHO 及びアルデヒド類の調査を行った。その結果、表 4 及び表 5 に示した。HCHO の他に種々のアルデヒド類が検出された。特に、アセトアルデヒド濃度が高く、接着剤中のアルデヒドの質的変換が予想された。

表1 室内外の粒子状有機リン化合物の測定結果

建 物	試料採取日	測定場所	粒径分布 ( $\mu\text{m}$ )	濃度 ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )						備 考
				TBP	TCEP	TCIPP	TBEP	TEHP	TCP	
戸建て住宅	98. 9. 29	居間	>10	187.7	6.3	8.6	214.6	0.9	N.D.	新築直後
			2.5-10	18.4	N.D.	N.D.	N.D.	4.1	N.D.	
			<2.5	3.8	N.D.	N.D.	N.D.	3.6	N.D.	
	98. 9. 30	子供部屋	>10	16.5	N.D.	1.8	89.8	2	N.D.	
			2.5-10	6.1	N.D.	N.D.	N.D.	1.7	N.D.	
			<2.5	9.4	N.D.	N.D.	N.D.	1.2	N.D.	
99. 2. 5	居間	>10	10.0	0.8	9.2	2.3	1.9	N.D.		
		2.5-10	7.4	N.D.	N.D.	N.D.	1.7	N.D.		
		<2.5	5.1	N.D.	N.D.	N.D.	1.2	N.D.		
集合住宅 (M)	99. 2. 5	居間	>10	44.8	N.D.	3.4	22.0	2.3	10.9	築17年
			2.5-10	27.4	N.D.	N.D.	38.3	2.1	30.9	
			<2.5	7.1	N.D.	N.D.	37.2	2.0	31.1	
	99. 2. 6	外気	>10	3.7	N.D.	11.6	94.0	2.7	33.4	
			2.5-10	4.2	N.D.	N.D.	24.5	1.2	19.5	
			<2.5	N.D.	N.D.	N.D.	30.0	2.1	3.2	
集合住宅 (O)	99. 10. 13	居間	>10	231.2	N.D.	12.7	N.D.	1.3	N.D.	築6カ月
			2.5-10	3.4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
			<2.5	1.6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
	99. 10. 14	外気	>10	2.5	N.D.	7.4	N.D.	2	N.D.	
			2.5-10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
			<2.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
アパート (K)	99. 2. 6	居間	>10	17.0	104.3	12.7	83.8	1.9	11.8	築5年
			2.5-10	2.6	N.D.	N.D.	69.2	1.8	3.3	
			<2.5	0.9	N.D.	N.D.	19.9	0.8	1.7	
	99. 2. 7	外気	>10	1.1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
			2.5-10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
			<2.5	N.D.	0.8	0.8	1	N.D.	N.D.	



トリフェニルホスフェートの測定結果



トリス(β-クロロイソプロピル)ホスフェートの測定結果

図1 集合住宅内における有機リン化合物の月別測定結果



表2 新築住宅におけるVOCsの測定結果

単位:Conc.( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

化学物質名		戸建住宅	集合住宅	
脂	n-Hexane	N.D.	10.33	
脂肪族炭化水素	n-Heptane	N.D.	8.99	
	n-Octane	176.74	11.84	
	n-Nonane	13.95	29.19	
	n-Decane	102.33	69.53	
	n-Undecane	41.86	46.13	
	n-Dodecane	13.95	19.11	
	n-Tridecane	9.30	14.70	
	n-Tetradecane	9.30	9.09	
	n-Pentadecane	N.D.	8.28	
	n-Hexadecane	N.D.	N.D.	
	2,4-Dimethylpentane	55.81	3.30	
	2,2,4-Trimethylpentane	N.D.	N.D.	
	芳香族炭化水素	Benzene	4.65	14.38
		Toluene	348.84	2721.90
m,p-Xylene		223.26	1837.71	
o-Xylene		41.86	596.33	
Stylene		9.30	42.51	
1,2,3-Trimethylbenzene		23.26	34.87	
1,2,4-Trimethylbenzene		46.51	46.22	
1,3,5-Trimethylbenzene		13.95	36.24	
1,2,4,5-Tetramethylbenzene		4.65	5.12	
Ethylbenzene		74.42	1013.95	
ハロゲン類	Chloroform	N.D.	3.14	
	1,1,1-Trichloroethane	N.D.	4.19	
	Carbontetrachloride	N.D.	1.57	
	Trichloroethylene	4.65	3.64	
	Tetrachloroethylene	N.D.	1.89	
	Dichloromethane	N.D.	N.D.	
	1,2-Dichloroethane	N.D.	0.17	
	1,2-Dichloropropane	N.D.	0.44	
	Dibromochloromethane	N.D.	0.30	
p-Dichlorobenzene	4.65	N.D.		
エステル類	Ethyl acetate	N.D.	112.95	
	Buthyl acetate	172.09	165.96	
アルデヒド類	n-Nonanal	N.D.	N.D.	
	n-Decanal	N.D.	N.D.	
	Acetone	65.12	78.98	
	Methylethylketone	60.47	117.77	
アルコール類	Methylisobuthylketone	79.07	168.28	
	Ethanol	9.30	725.44	
テルペン類	Buthanol	176.74	29.82	
	$\alpha$ -Pinene	125.58	496.39	
	Limonene	41.83	34.87	

表3 TVOC測定結果（トルエン換算）mg/m<sup>3</sup>

測定期間	試料数 (1時間値)	最低	最高	平均値
98. 9. 28	40	1. 21	5. 51	3. 90
98. 9. 30				

FID方式によるTVOC連続測定計：トルエン換算

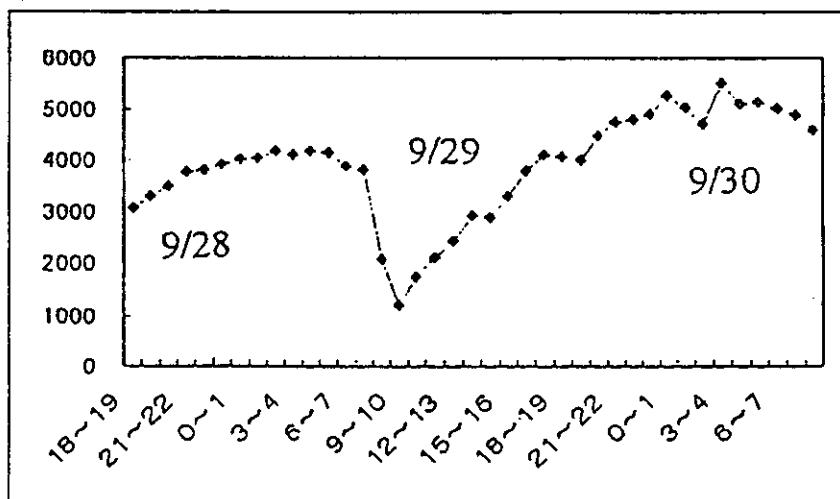


図2 TVOC濃度の日内変動  
(10. 9. 28-30)

表4 ホルムアルデヒド測定結果 (ppb)

測定期間	試料数 (30分値)	最低	最高	平均値
98. 9. 28	79	1	180	124
98. 9. 30				

表5 アルデヒド類測定結果 (ppb)

測定物質	FA	AA	CA	BuA	BA	NN
98. 9. 29	98	80	2	4	43	1
98. 9. 30						

測定値は30分平均値 (居間)

FF:ホルムアルデヒド

AA:アセトアルデヒド

CA:クロトンアルデヒド

BuA:n-ブチルアルデヒド

BA:ベンズアルデヒド

NN:ノナナール

#### D. 考察

室内に存在する有機リン化合物の発生源は、ビニルクロス等の内装材中に可塑剤や難燃防止剤等の目的で使用されている有機リン酸エステル類が発生源と考えられる。これら化学物質は沸点が高いSVOCやPOMに属するが、室内にガス状物質として放散してくるものと思われる。これらガス状物質が浮遊粒子状物質に吸着したり、或いはミスト状態になり室内空气中にガス状物質と粒子状物質が混在しているものと思われる。それ故、室内空気中の有機リン化合物の粒径分布は粗大粒子の濃度が高い。これら有機リン化合物には神経毒性を有する物もあり、化学物質過敏症の観点からは好ましくない物質である。本研究においてはこれら化学物質の一旦を明らかにした。

一方、VOCsはトルエン、キシレン、デカン類、それから木材由来の $\alpha$ -ピネン、リモネン等が濃度が高い傾向を示していた。また、TVOCはトルエン換算で平均(40時間平均)3.9mg/m<sup>3</sup>を示していた。

アルデヒド類はHCHOの他にアセトアルデヒドやベンズアルデヒドの濃度が高い傾向を示していた。アセトアルデヒドの高い原因として、一部、接着剤にアセトアルデヒドが使用されていることからHCHOと同様、合板等からの放散も考えられる。

#### E. 結論

化学物質過敏症の発症に大きく関与が指摘されている新築住宅内の化学物質の種類と汚染レベルの一旦を明らかにした。

次年度からは、過敏症患者予備軍宅や新築住宅に入居直後の人々を対象にアンケート調査を行い、化学物質過敏症の発症と化学物質の種類、汚染レベル、更には、室内環境条件等との関連性を追究したいと考える。

## 2. オフィスビルにおける空気環境中化学物質の存在状況

原邦夫 (財)労働科学研究所研究部 主任研究員

### 研究要旨

オフィスビル内における揮発性有機化合物 (VOCs) およびホルムアルデヒドの実態を知るために、いくつかのオフィスビル等を調査した。その結果、発生源と思われる室内材あるいは都心部の外気による影響と思われる比較的高濃度の VOCs およびホルムアルデヒドが確認された。測定方法の検討、より多くの現場調査による評価・考察が今後の課題である。

### A. 研究目的

オフィス内空気には様々な物質が含まれているが、特に新築ビル内のオフィスの空気中には新しい壁や床から揮散した有機性の様々な物質が含まれていることが予想される。近年、シックビル症候群や化学物質過敏症を訴える者が増加する傾向が見られ、それらの症状についての原因究明が求められているが、クリティカルな原因物質がなかなか明確化できていないといえる。

今回、まず、オフィスビル内の VOCs およびホルムアルデヒドの実態について基礎的データを得る目的で、いくつかのオフィスビル等の調査を行った。なお、新築ビルとしては築後1年未満のものとした。

### B. 研究方法

いくつかのオフィスビル等の室内とその建物の近傍の外気を測定対象とした。また、一般環境のバックグラウンドを把握するため、郊外地域である川崎市北部での外気も測定対象に加えた。

捕集位置は床上約1mで、VOCs については、Tenax TA 管に 500 ml/min 以下の流量により約10分間で5リットル、ホルムアルデヒドについては、アルデヒドサンプラー(Waters社製, XPoreSURE)に 500 ml/min 以下の流量により約10分間で5リットル、それぞれ試料空気を捕集した。

VOCs の分析は、ページ・アンド・トラップ (GLサイエンス社CP4020) -GC/MS (HP社6890/MSD: 5%phenyl-methylsilicone カラム: 50°C-10°C/min-250°C)、ホルムアルデヒドの分析は、HPLC (日立製L6000; カラム: CapcellPAK C18 SG120 150mm (Shiseido); 移動相: アセトニトリル/水=1/1 (流速 0.8 ml/min); 測定波長: 360 nm; 注入量: 10 μl) で、それぞれ行った。定性・定量は標準物質 (東京化成) と比較して行った。なお、トータル VOCs 濃度は、クロマトグラム上でピークとして検出されたそれぞれの物質について、トルエンの標準物質と比較して換算した濃度を合計して求めた。捕集方法および分析方法の概念図を図1に示す。

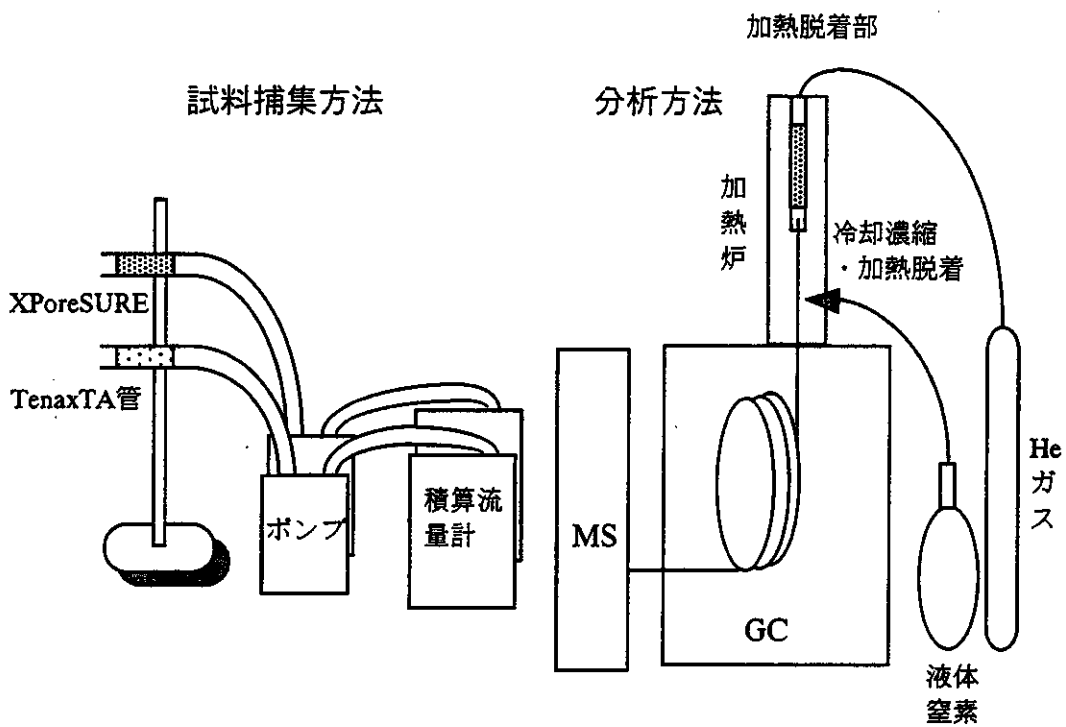


図1 VOCsおよびホルムアルデヒドの試料捕集方法  
およびVOCsの分析方法の概念図

### C. 研究結果

郊外地域である川崎市北部での一般環境中の VOCs の濃度を表 1 に、東京都心部での一般環境中の VOCs の濃度を表 2 に示す。郊外の一般環境中のトータル VOCs レベルは 数  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  , ホルムアルデヒドは  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  前後、また、都心部の一般環境中のトータル VOCs レベルは 数  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  , ホルムアルデヒドは  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  前後であった。なお、郊外の一般環境中の VOCs を測定したクロマトグラムの例を図 2 に示す。

本年度までに調査を行ったオフィスビル等の室内の VOCs 濃度を、新築ビルとそれ以外（一般のビル）に分けて、それぞれ表 3 および表 4 に示した。新築ビルオフィス等でのトータル VOCs レベルは 数  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ~ 数  $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  , ホルムアルデヒドは 数  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  レベルであった。また一般のビルオフィス等でのトータル VOCs レベルは 数  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  , ホルムアルデヒドは 数  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  レベルであった。

本年度までに調査を行ったオフィスビル等の室内および近傍外気それぞれで、トルエン濃度とトータル VOCs 濃度の関係を図 3 に示す。近傍外気において、トルエン濃度とトータル VOCs 濃度の回帰直線からずれている測定点はいずれもまだ一部工事の残る新築ビルの近傍で測定して得られたものであった。また、オフィスビル等の室内で回帰直線からずれている 2 測定点はそれぞれ別のオフィスビル等であるが、いずれも換気がほとんど無い測定点で測定したものであり、約  $8,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を示した部屋では、トルエン以外の多量の化合物の発生源と思われる物が存在した。トータル約  $8,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  を示した測定点でのクロマトグラムを図 4 に示す。

### D. 考察

本年度までに得られた数例の結果からでも、一般環境中のトータル VOCs 濃度は、都心部においては 数  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  である場合も見られる。近傍の建物の影響がある場合も考えられるが、WHO 等が提唱するガイドラインである  $200 \sim 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  レベルに容易に達することが考えられる結果であった。室内の VOCs を評価するに当たって、換気等の条件設定が大切になるが、今後より詳しい検討を要する結果と考えられる。

VOCs のうちトルエン、キシレンなどは、オフィス等の室内および一般環境中の両方で認められる。本年度までに調査を行ったオフィスビル等の室内および近傍外気それぞれでトルエン濃度とトータル VOCs 濃度の関係を見たところ、一部例外が見られるが、おおよそ高い相関を示した。トルエン、キシレンなどのオフィス等の室内濃度レベルは、一般環境中のそれらの濃度レベルの影響を受けている場合が多いものと思われるが、トータル VOCs が 数  $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  レベルに達する場合などでは、明らかに室内発生源があるものと思われた。一方、ホルムアルデヒドは、オフィス等の室内濃度の方が一般環境中濃度よりかなり高い傾向を示し、室内に何らかの発生源があるものと考えられる。しかし、具体的な発生源特定は今回の調査では行えておらず、今後発生源の特定について手法等の検討が必要と思われる。

VOCs およびホルムアルデヒドのオフィス等の室内濃度レベルは極端に高濃度を示す場合が認められ、そのような場合には、発生源の特定・措置あるいは換気等の措置が必要と思われる。しかし、比較的低濃度レベルでの措置については、一般環境からの影響、あるいは健康影響リスクの面からの厳密な評価が困難であるなど、今後検討すべき課題であると考えられる。

また、現在においても、VOCs の測定方法が統一されていない。今回、VOCs は TenaxTA 捕集-加

熱脱着-GC/MS 法, ホルムアルデヒドは DNPH 含浸固相捕集-HPLC 法でそれぞれで行ったが, とくに比較的軽い炭素数が 3 以下程度の炭化水素類の捕集は TenaxTA 捕集では困難であり, 炭素数が 3 以下程度の炭化水素類をどう評価するかという課題も一方であるが, 捕集方法の検討が必要である。

#### E. 結論

オフィスビル等の室内における空気環境中化学物質の存在状況を知るために, 揮発性有機化学物質 (VOCs) およびホルムアルデヒドについて, いくつかのオフィスビル等を調査した。その結果, オフィスビル等の室内のトータル VOCs レベルは数  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ~ 数  $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ホルムアルデヒドは数  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  前後であり, 発生源と思われる室内材および都心部の外気による影響と思われる比較的高濃度の VOCs およびホルムアルデヒドが確認された。しかし, 今後, 捕集方法や測定時の条件設定などについての詳しい検討, より多くの現場調査による評価・考察が必要と思われる。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

検討中。

##### 2. 学会発表

関連しては, 以下の発表を行っている。

・原邦夫, 伊藤昭好, 中明賢二, 井谷徹: 新築ビルのオフィス内における揮発性有機化合物の測定事例, 第 71 回日本産業衛生学会 (産業衛生学雑誌, 40, pp. 510), April, 1998.

#### G. 知的所有権の取得状況

特記事項なし。



表1 郊外での一般環境中のVOCsの濃度

川崎市郊外-VOCs : 98.12/25, 秋田アルテクト : 99.3/27

	気中濃度(ppb)	気中濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	秋田アルテクト	ベンゼン	トルエン	キシレン	t-VOCs
	11.6	0.99	4.03	2.02	17.0
	12.3	1.14	4.23	2.10	18.3
		1.02	3.13	1.62	12.9
		0.46	3.22	1.55	15.5
		0.67	2.86	1.79	17.1
平均 :	12.0	0.86	3.49	1.81	16.16

表2 郊外での一般環境中のVOCsの濃度レベル  
(建物の影響が多少考えられる)

測定日	測定場所	気中濃度(ppb)	気中濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
		秋田アルテクト	ベンゼン	トルエン	キシレン	t-VOCs
98.3/23~3/27	新宿区		3.0~9.3	18.6~30.1	16.8~34.1	367~812
99.3/2	千代田区		1.9	12.4	9.6	176.5
99.3/16~3/17	千代田区	9.0~10.0	0.6~3.9	16.0~16.1	5.2~7.8	150~285

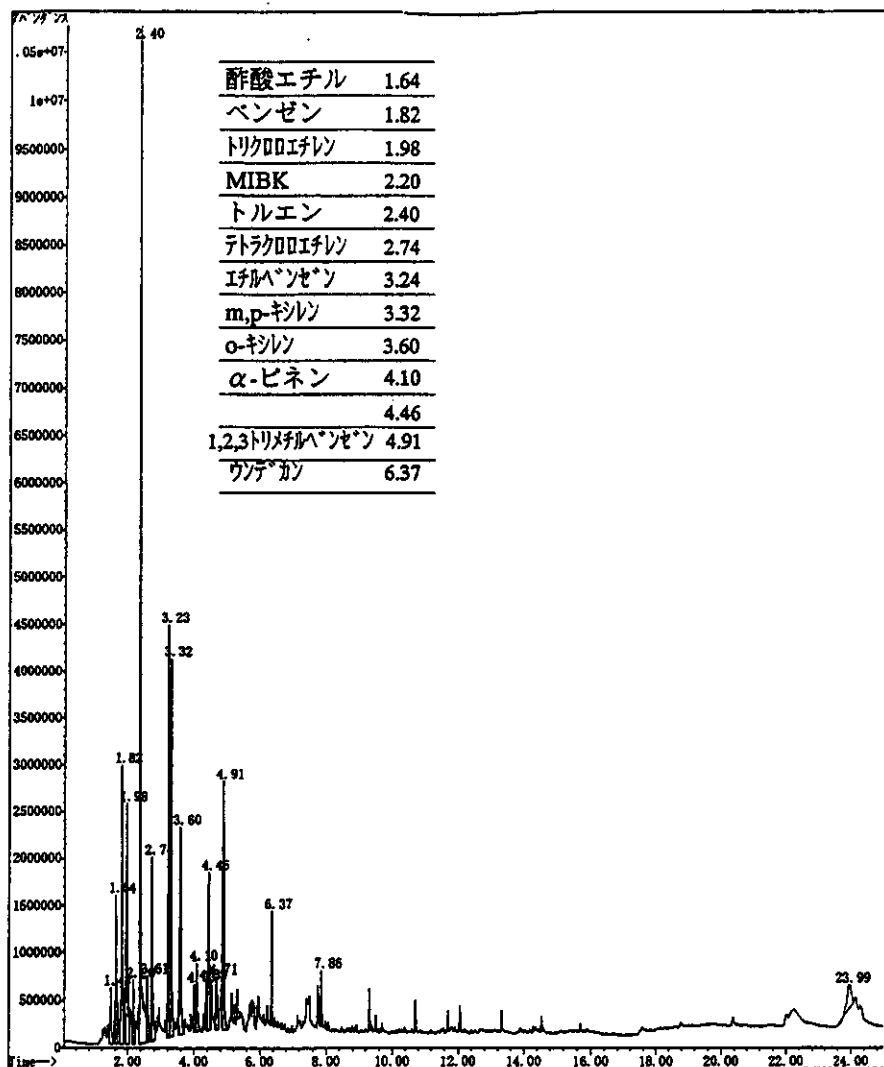


図2 郊外の一般環境中のVOCsを測定したクロマトグラム例

表3 新築ビルのオフィス等内のVOCs濃度

測定日	気中濃度(ppb)	気中濃度 (μg/m <sup>3</sup> )			
	ホルムアルデヒド	ベンゼン	トルエン	キシレン	トータルVOCs
98.1/27		1.6	7.0	37.4	409
98.1/27		7.5	21.6	67.3	552
98.1/29		6.9	34.0	13.2	544
98.1/29		4.6	27.5	11.7	570
98.1/29		6.1	32.6	18.0	557
98.2/19		6.5	32.6	18.0	500
98.2/23~2/27		3.6~13.0	16.4~37.1	24.2~67.4	498~1696
98.2/23~2/27		4.9~26.4	46.5~269.2	92.8~192.1	3965~8095
98.7/28~8/12	10.2~19.4	0.9~10.0	12.4~28.4	17.6~38.1	456~1272
98.7/28~8/12	6.7~14.5	<0.1~21.9	5.8~36.3	2.6~62.6	298~837
98.7/28~8/12	13.1~44.5	<0.1~8.4	12.5~36.9	14.2~43.0	656~3738

表4 一般ビルのオフィス等内のVOCs濃度

測定日	気中濃度(ppb)	気中濃度 (μg/m <sup>3</sup> )			
	ホルムアルデヒド	ベンゼン	トルエン	キシレン	トータルVOCs
98.11/26	14.4	1.5	10.6	5.9	209
98.11/26	13.8	2.1	9.0	6.4	228
98.11/26	13.8	2.9	8.0	6.4	214
99.3/16~3/17	23.6~26.9	2.3	23.0	20.0	452

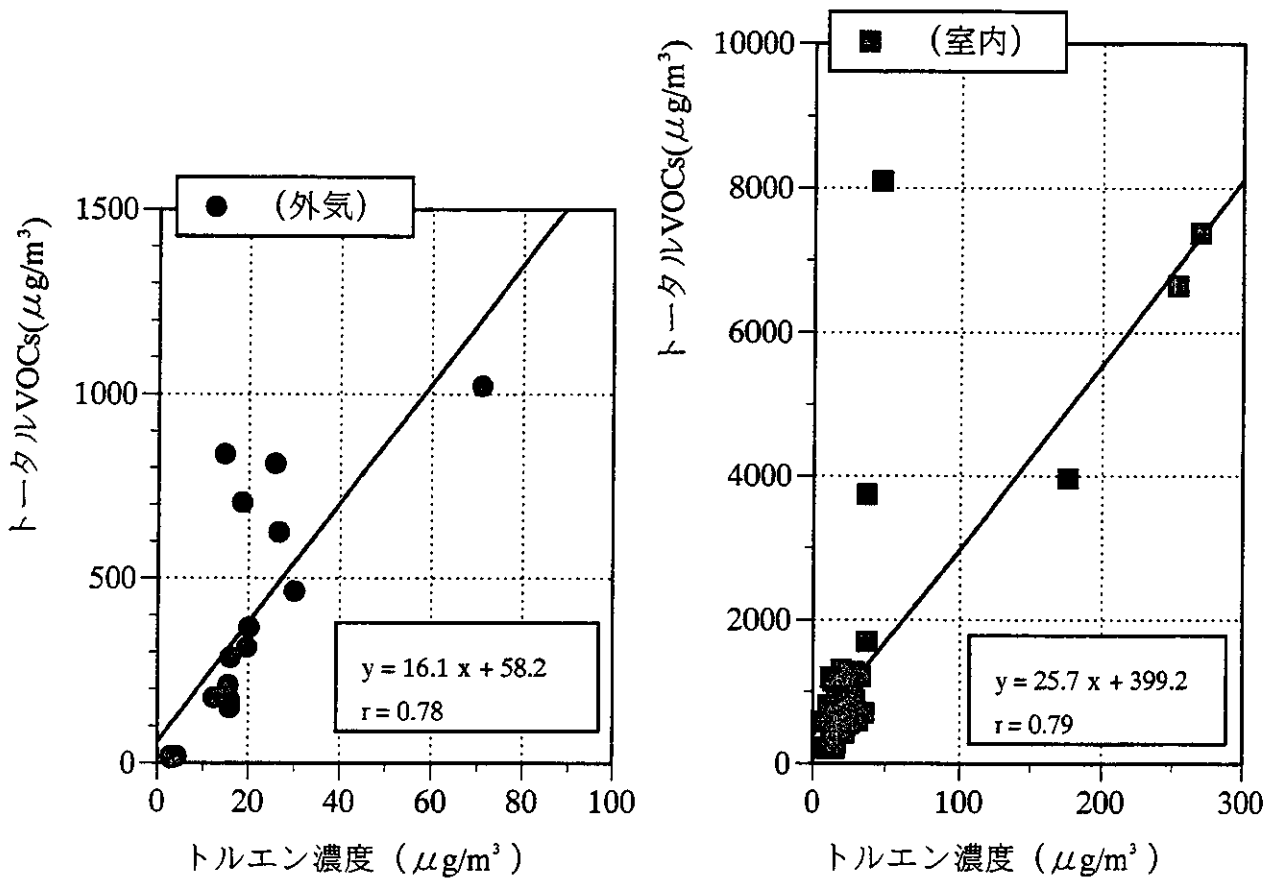


図3 トルエン濃度とトータルVOCs濃度との関係  
(外気5カ所；室内3カ所)

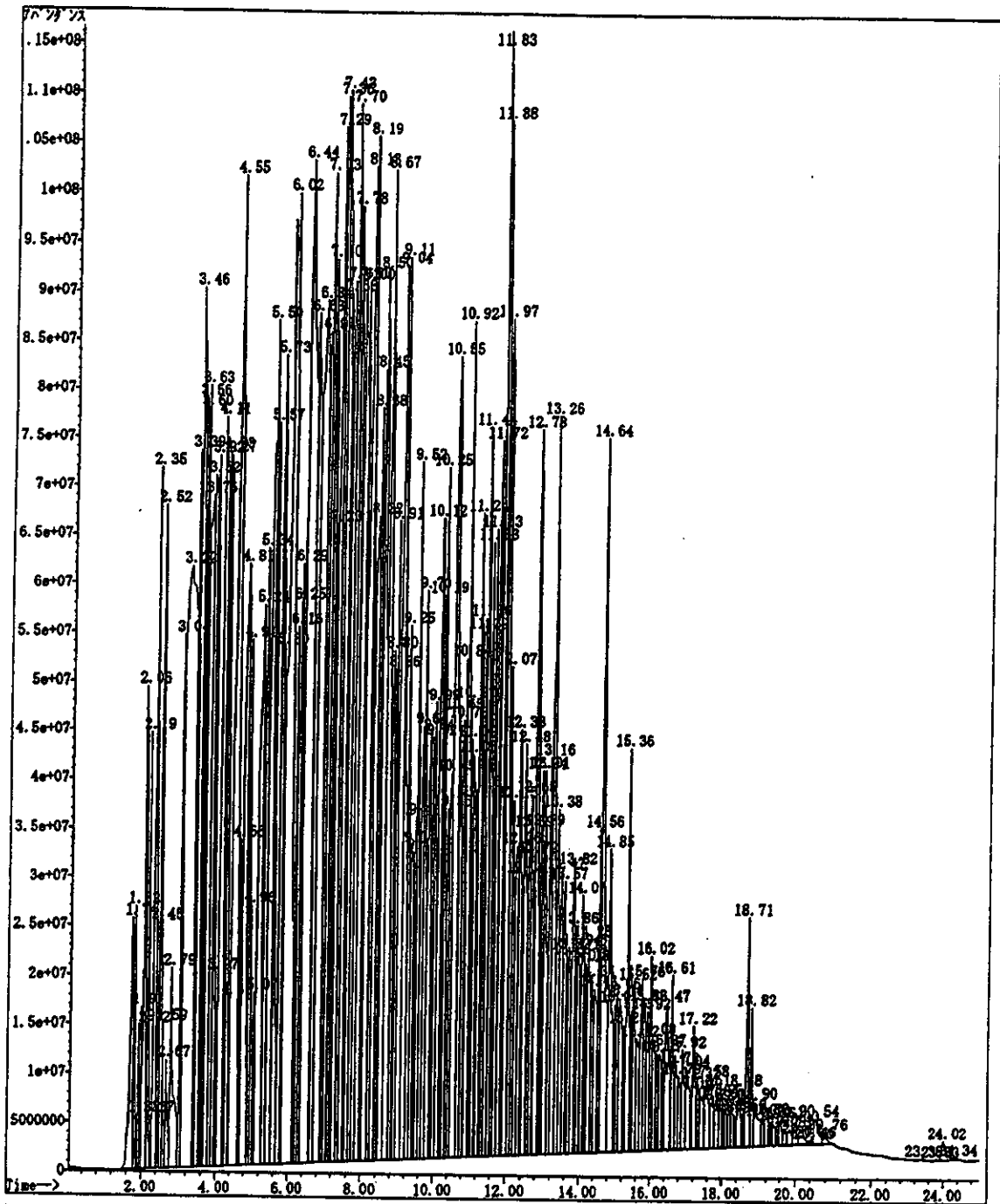


図4 高濃度のVOCsを示した測定点のクロマトグラム