

## 特定建築物内の揮発性有機化合物濃度調査

○嵐谷奎一<sup>1)</sup>、樺田尚樹<sup>1)</sup>、秋山幸雄<sup>1)</sup>、戸次加奈江<sup>1)</sup> \*、山野優子<sup>2)</sup> \*、  
加藤貴彦<sup>3)</sup> \*、内山巖雄<sup>4)</sup> \*

1) 産業医科大学産業保健学部、2) 昭和大学医学部 3)、宮崎大学医学部、  
4) 京都大学大学院)、\*非会員

### 1. はじめに

今日、多種多様な化学物質による室内汚染が顕在化すると共に、化学物質過敏症やシックハウス症候群などの疾病問題が社会的にも大きく取り上げられている。また最近多くの都市や地方で、複合の大型店舗が次々と建設され、稼働している中、一日の大半をこの中で過ごす従業員、これを利用する人が多数いる。そこで、特定建築物の室内汚染に関する調査や従業員の健康度の調査を実施することは公衆衛生上極めて重要である。

本研究では、大型スーパーマーケットを含むいくつかの特定建築物の室内環境測定を実施し、室内の汚染状況を把握することを目的とした。

### 2. 方法

#### ①測定対象

今回測定した特定建築物は大型スーパーマーケット、大学、書店、ホテル、市役所、博物館、美術館である。

#### ②捕集・分析方法

揮発性有機化合物 (VOCs) は高性能パッシブサンプラーVOC-SD (Sigma Aldrich) で捕集後、二硫化炭素で脱着しGC/MSで分離・定量した。GC/MSは、装置に日本電子オートマスGC/MS、カラムにキャピラリーカラム (GLサイエンス製AQUATIC 60×0.25mm) を使用した。GC/MSの分析条件は、注入口温度 220℃、高温層初期温度 40℃、昇温速度は 3℃/分で 142℃に上昇し、この時点で 35℃/分で 212℃まで上昇し、17分間放置した。キャリアーガス (He) 流量は 15spi に設定した。

### 3. 結果・考察

大型スーパーマーケット内の VOCs 濃度は、いずれも低値であったが、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンは室外に比べて比較的高値であった。個人曝露濃度は VOCs の種類によって、業務中より業務外、特に家庭内の影響を受けている VOCs、特に脂肪族炭化水素が認められた。

大学内の VOCs 濃度は、学内の売店、書店でトルエンが約 25ppb と高値、軽食堂でデカン、ウンデカンが 30 ppb を越す高値であり、室内の陳列品などの影響によるものと思われる。

ホテル内の VOCs 濃度は室内の両ホテルの VOCs 濃度はその種類により濃度差が認められ、多くの VOCs は約 5 ppb 以下と低値であったが両ホテルで共通してデカンが 5 ppb 以上と比較的高く、リモネンが高いホテルがあり、これらはいずれも室内の芳香剤等による影響と考えられる。

市役所について、市民業務を行う場所の VOCs 濃度は同程度の濃度レベルで、低値であった。市役所

のテナントではいずれもノナンと1, 2, 4-トリメチルベンゼンが5ppb~20ppbと高値で内装用のワックス等の影響と考えられる。

博物館のVOCs濃度は室外の濃度に比べ高く、なかでもトルエン、酢酸エチル濃度が高値、特に展示室Cで、トルエンが約50ppbであった。これは展示物の建材、資料、接着剤からの発生によるものと考えられる(図1)。

美術館内のVOCs濃度は $\alpha$ -ピネンが比較的高い値以外はいずれも5ppb以上と低値であった。

今回測定したほとんどの施設で、多くのVOCsを検出・定量した。施設の業務内容により、VOCsの濃度に差が認められた。トルエンの場合、学校、書店、博物館は他に比べ高い値になった(図2)。

また施設内の気中濃度と個人曝露濃度とは類似していた。なお、TVOCsは測定したすべての建築物で、暫定指針値( $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ 106ppb)以下であった。

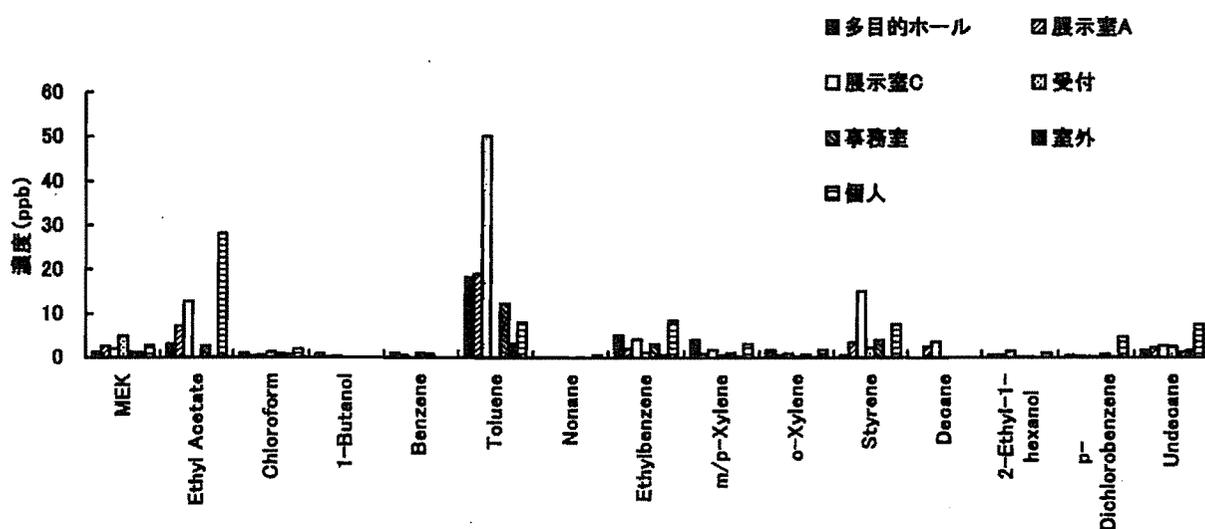


図1 博物館におけるVOCs濃度

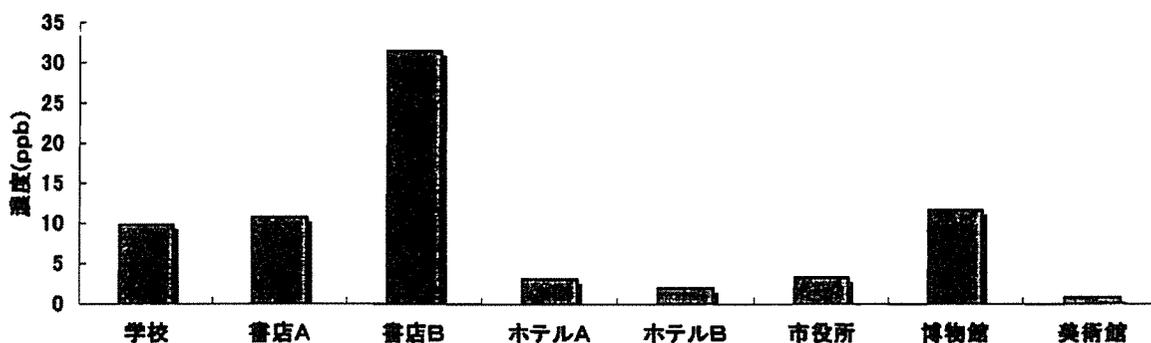


図2 施設ごとのトルエン平均濃度の比較

#### 4. 謝辞

本研究の一部は平成17、18年度厚生労働省科学研究費によって行われた。

## 特定建築物内のアルデヒド類濃度調査

○ 榊田尚樹<sup>1)</sup>, 嵐谷奎一<sup>1)</sup>, 秋山幸雄<sup>1)</sup>, 伊藤小百合<sup>1)</sup>, 山野優子<sup>2)</sup>, 加藤貴彦<sup>3)</sup>, 内山巖雄<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 産業医科大学産業保健学部, <sup>2)</sup> 昭和大学医学部, <sup>3)</sup> 宮崎大学医学部, <sup>4)</sup> 京都大学大学院工学研究科

### はじめに

近年シックハウス症候群・化学物質過敏症などが注目される中、特定建築物は比較的多くの人が利用し、また従業員の生活の場となるため、健康被害防止のためにはまず空気環境の状態を調べることが重要である。今回、在九州の大型スーパー店舗において、室内環境調査を実施したのでその結果を報告する。

### 材料・方法

対象店舗は築2年、1階面積15,551m<sup>2</sup>、2階面積13,080m<sup>2</sup>の大規模小売店舗である。調査は平成18年6月に実施した。店舗内の換気は第1種換気方式により、全て新鮮空気の導入が行われ実測約0.6回/時間で実施され、夜間閉店中は換気が行われていない。

アルデヒド類の捕集には、パッシブサンプラーDSD-DNPH (SIGMA-ALDRICH 製) を用いた。

場における濃度評価には DSD-DNPH サンプラーを所定の高さ (1.0~1.5m) に置き、約24時間捕集した。個人曝露濃度評価には、同じサンプラーを勤務時間中の約6~9時間、および新しいサンプラーに交換し勤務時間以外の約14~20時間捕集し分析まで冷蔵庫に保存した。分析はアセトニトリル5mLで抽出し、高速液体クロマトグラフィー (SHIMADZU SPD-10AVP、カラムWakosil-II 5C18 HG 250mm×4.0mm (I. D)、移動

相; アセトニトリル: 水=75:25 (v/v)、測定波長360nmにて分離・定量した。

### 結果

1) 室内環境評価: 室内外の環境濃度と個人の曝露濃度別に箱ヒゲ図で示す。なお、箱ヒゲ図の箱の中の線は中央値、箱の上下はそれぞれ75、25パーセントイル、バーの上下は90、10パーセントイルを示す。

室内環境濃度は、ホルムアルデヒドに関しては厚生労働省の示した室内濃度指針値80ppbに対して超過したポイントは1点も無く、最大値で31ppbであった。平均値は店舗内18.8ppb、事務所22.4ppb、屋外22.4ppbと低濃度で良好な環境を示した。このときのホルムアルデヒドの室外濃度は原因が不明であるが比較的高かったため室内外の差を認めなかった。

アセトアルデヒドは指針値30ppbに対して最大値13ppbと全て低値を示した。平均値は店舗内6.0ppb、事務所9.7ppb、屋外2.8ppbと低濃度で良好な環境を示した。屋外に比べ屋内濃度は高値を示し店舗内に主たる発生源があることが示唆された。(Fig. 1)。

2) 個人曝露評価: 個人曝露に関しては、勤務時間中と勤務時間外に分けて評価を行い、同様に箱ヒゲ図で示すとともに、その分布を正規確率グラフにプロットし評価した (Fig. 2-3)。

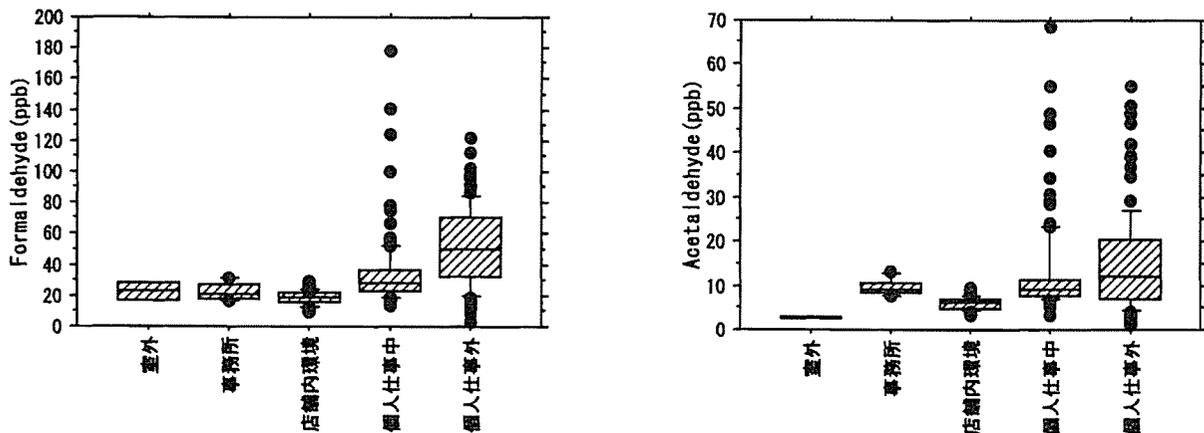


Fig. 1 アルデヒド濃度の店舗内外および個人曝露濃度の比較

仕事中的アルデヒド曝露濃度は、ホルムアルデヒド・アセトアルデヒドともに室内環境が低値で良好な値を示しているため、大半は指針値以下の低値を示したが、一部は室内環境とかけ離れた曝露濃度に達する人が存在し (Fig. 2)、それぞれ平均値ではホルムアルデヒドは、個人 (勤務中) 34.0ppb、個人 (勤務外) 52.1ppb、アセトアルデヒドは、個人 (勤務中) 12.4ppb、個人 (勤務外) 14.9ppb、であった。対象者 122 名中、ホルムアルデヒドにおいて 4 名、アセトアルデヒドにおいて 7 名が勤務時間中濃度が指針値を超過する値を示した。ホルムアルデヒドの高値を示したのは、農水産・ガーデニング関連の業務に従事しているものであり、何らかの業務との関連が予想される。

一方、勤務時間中と勤務時間外を比較すると、

ホルムアルデヒドもアセトアルデヒドも勤務時間外のほうが高値を示した (Fig. 1, 3)。

### 考察

特定建築物の 1 種、大型小売店舗におけるアルデヒド濃度を評価したが、良好な環境であった。個人曝露評価からは、むしろ、職場以外の家庭を中心とした生活時間帯の曝露のほうが高値を認めた。これは、特定建築物においては以前から法的に、強制換気や定期環境測定が導入されており、その結果として良好な環境が維持されているものと考えられた。

### 謝辞

本研究の一部は厚生労働省厚生労働科学研究費によって行われた。

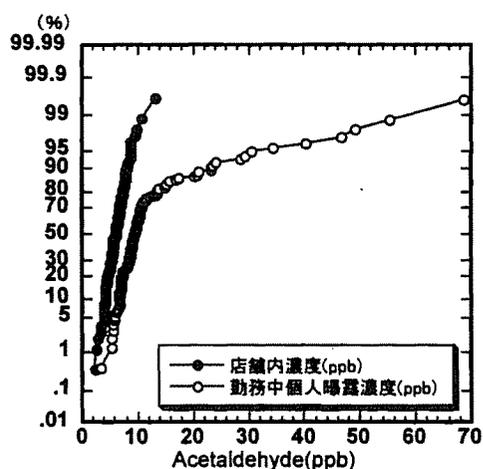
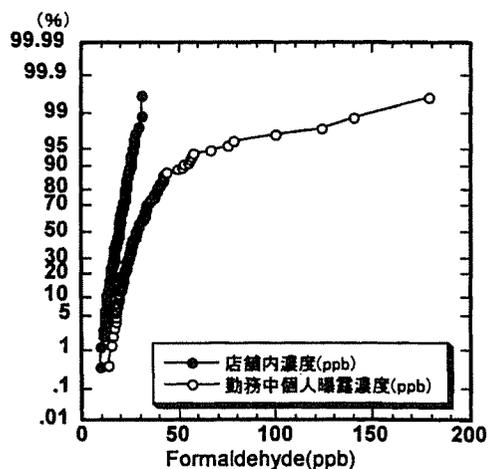


Fig. 2 店舗内アルデヒド濃度および勤務中個人曝露アルデヒド濃度の分布比較

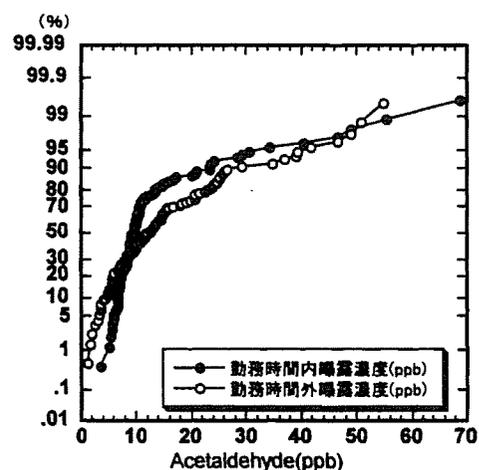
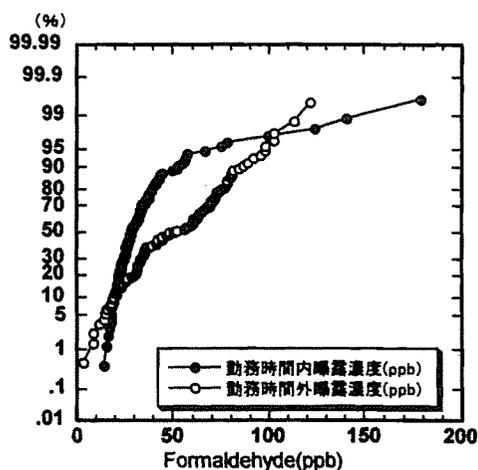


Fig. 3 個人曝露アルデヒド濃度の勤務中および勤務時間以外の分布比較

## 店舗内のアルデヒド類濃度調査

○伊藤小百合<sup>1)</sup>、櫻田尚樹<sup>1)</sup>、真鍋龍治<sup>2)</sup>、秋山幸雄<sup>1)</sup>  
山野優子<sup>3)</sup>、加藤貴彦<sup>2)</sup>、内山巖雄<sup>4)</sup>、嵐谷奎一<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>産業医科大学産業保健学部、<sup>2)</sup>宮崎大学医学部、<sup>3)</sup>昭和大学医学部、<sup>4)</sup>京都大学大学院

### 1. はじめに

今日、新建材、暖房、家庭用品等により発生する化学物質により室内汚染が顕在化すると共に、化学物質過敏症などの疾病問題が社会的に大きく取り上げられている。

特定建築物は多数の人が出入りし、また、従業員の生活の場となるため、その室内汚染を正確に把握し、対策を行うことは公衆衛生上重要なことである。

そこで、本研究は、大型・中型スーパーマーケットの室内のアルデヒド類の測定を実施し、室内汚染状況を調査した。

### 2. 方法

今回調査の対象とした大型スーパーマーケットは、築1年で鉄筋造2階建、総床面積は約28,000m<sup>2</sup>である。また、中型スーパーマーケットは、築26年で鉄筋造2階建、床面積は約7,000m<sup>2</sup>である。

測定箇所は、大型スーパーマーケットで、食品売り場、衣料品売り場等120点、個人曝露は、120人を対象に、工作中・仕事外で分けて測定し、それぞれの濃度を比較した。

また、中型スーパーマーケットは、食品売り場、衣料品売り場等32点で測定を実施した。

アルデヒド類の捕集は、アルデヒド/ケトン捕集用パッシブサンプラーDSD-DNPHを用いて行い、アセトニトリルで抽出後、高速液体クロマトグラフィーにて定量した。

### 3. 結果・考察

両建築物ともホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒドの3種類のアルデヒドを検出し、ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドを定量した。いずれの建築物、測定箇所ともアセトアルデヒドに比べ、ホルムアルデヒドが高値を示した。

大型スーパーマーケットでは、両アルデヒドとも、紳士服売場、衣類売場で濃度が高く、食料品売り場で低い値を示した。個人曝露濃度は、工作中（約30ppb）に比べ、仕事外の濃度が約50ppbと高く、これは一般家庭での影響を受けていると考えられる（図1）。

中型スーパーマーケットでは、紳士服売場をはじめ衣類売場でのホルムアルデヒド濃度が約20ppbと他の売場に比べ高い傾向がみられた。また、両アルデヒドとも室内が室外よりも高値を示し、発生源が室内にあることが示唆された（図2）。

大型スーパーマーケットと中型スーパーマーケットを比較すると、ほぼ同程度であり、両アルデヒドとも基準値を超える値ではなかった。

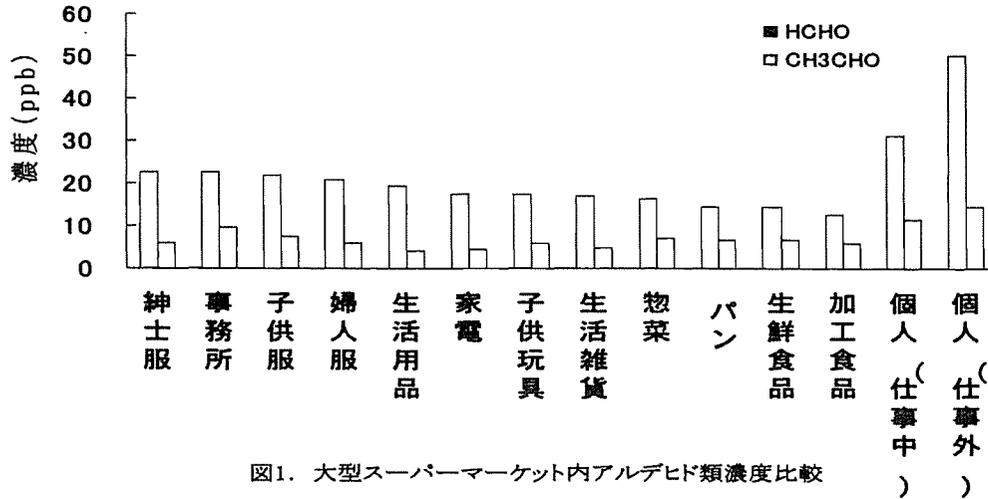


図1. 大型スーパーマーケット内アルデヒド類濃度比較

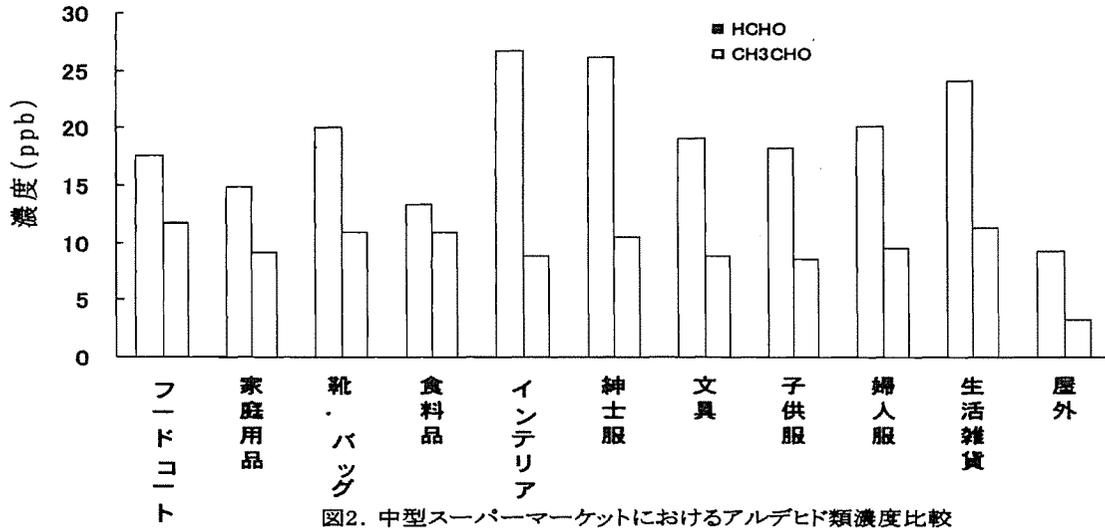


図2. 中型スーパーマーケットにおけるアルデヒド類濃度比較

#### 4.謝辞

本研究の一部は平成 18 年度厚生労働省厚生労働科学研究費により行われた。

# 大型店舗内の揮発性有機化合物濃度調査

○戸次加奈江<sup>1)</sup>、櫻田尚樹<sup>1)</sup>、嵐谷奎一<sup>1)</sup>、加藤貴彦<sup>2)</sup>、真鍋龍治<sup>2)</sup>、  
山野優子<sup>3)</sup>、内山巖雄<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 産業医科大学産業保健学部、<sup>2)</sup> 宮崎大学医学部、<sup>3)</sup> 昭和大学医学部、<sup>4)</sup> 京都大学大学院

## 1. はじめに

近年、建物の高気密化、高断熱化、種々の新建材の利用等により発生した化学物質等によりシックハウス症候群・化学物質過敏症などの発生に社会的関心が持たれている。特に、特定建築物は不特定多数の人々が利用し、また従業員の生活の場となるため、健康被害防止のためには建物内の空気質の状態を把握することが必要である。

そこで本研究では比較的新しい大型店舗の空気環境中の揮発性有機化合物の調査を実施した。

## 2. 方法

### ①測定対象

今回測定の対象とした大型店舗は、スーパーマーケットであり、店内を売り場ごとのブロックに区切り、測定点をそれぞれのブロックで12ポイントずつ、その他事務所と室外に設置し、さらに従業員120名を対象として、勤務中と勤務外の個人曝露濃度を測定した。測定時間はいずれも24時間である。物理因子の測定も同時に実施した。表1に建築概要について示す。

### ②捕集・分析方法

揮発性有機化合物(VOCs)は高性能パッシブサンプラーVOC-SD(Sigma Aldrich)で捕集後、二硫化炭素で脱着しGC/MSで分離・定量した。GC/MSは、装置に日本電子オートマスGC/MS、カラムにキャピラリーカラム(GLサイエンス製AQUATIC 60×0.25mm)を使用した。GC/MSの分析条件は、注入口温度220℃、高温層初期温度40℃、昇温速度は3℃/分で142℃に上昇し、この時点で35℃/分で212℃まで上昇し、17分間放置した。キャリアーガス(He)流量は15spiに設定した。

表1. 大型スーパーマーケットの建築概要

建築物の概要	
築年数	1年
建物構造	鉄骨、地上2階建て
従業員	約600人
1F床面積(高さ)	15551 m <sup>2</sup> (6.7m)
2F床面積(高さ)	13080 m <sup>2</sup> (6.5m)

### 3. 結果・考察

大型スーパーマーケット内の VOCs 濃度は、いずれも低値であったが、食品売り場が他の売り場より高値であった。なお VOCs の中で、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンは室外、仕事外に比べて店舗内、個人仕事時濃度が比較的高値を示し、主たる発生源が店舗内にあることが示唆されていた。また、個人曝露濃度から脂肪族炭化水素や、クロロホルムなどが同様に店舗内に発生源があることが示唆されたが、平均値は個人仕事外が最も高値を示していたことから、店舗業務より業務外の個人生活の影響の方が大きいことが分かった。

今回の調査結果から、店舗内を発生源とする化学物質がいくつかあることが分かった。しかしいずれも低濃度であり、指針値を越えるものは無く、店内は比較的良好な状態に維持管理されているものと思われる。

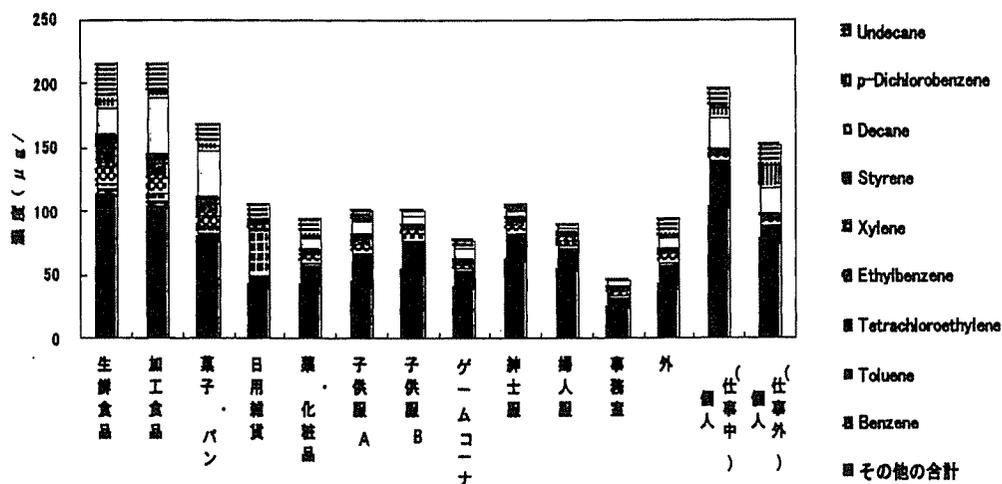


図1. 場所ごとの VOCs 濃度比較

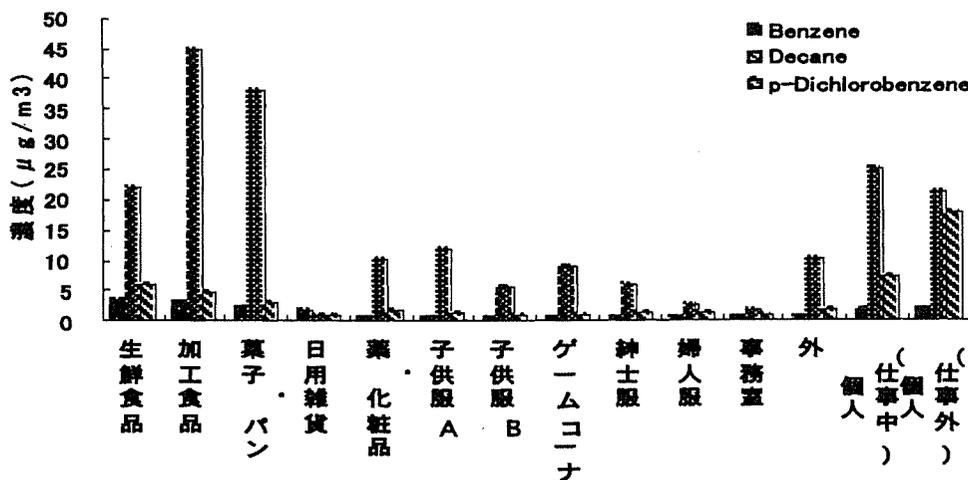


図2. 主要な VOCs 濃度比較

本研究は平成 18 年度厚生労働科学研究費の一部によって行われた。

## 特定建築物における空気質および従業員の健康影響評価

<sup>1</sup>産業医科大学 産業保健学部、<sup>2</sup>宮崎大学 医学部 公衆衛生学、<sup>3</sup>京都大学大学院工学研究科

○樺田 尚樹<sup>1</sup>、嵐谷 奎一<sup>1</sup>、真鍋 龍治<sup>2</sup>、加藤 貴彦<sup>2</sup>、内山 巖雄<sup>3</sup>

【目的】近年シックハウス症候群・化学物質過敏症などが注目される中、特定建築物は比較的多くの人が利用し、また従業員の生活の場となるため、健康被害防止のためにはまず空気環境の状態を調べる事が重要である。今回、在九州の大型スーパー店舗において、室内環境および従業員の健康影響調査を実施したのでその結果を報告する。

【方法】1) 測定対象：対象店舗は築2年、1階面積15,551m<sup>2</sup>、2階面積13,080m<sup>2</sup>の大規模小売店舗である。調査は平成18年6月に実施した。店舗内の換気は第1種換気方式により、全て新鮮空気の導入が行われ実測約0.6回/時間である。2) 捕集・分析方法：揮発性有機化合物(VOCs)は高性能パッシブサンプラVOC-SD(Sigma Aldrich)で捕集後、二硫化炭素で脱着しGC/MSで分離・定量した。アルデヒド類の捕集には、パッシブサンプラDSD-DNPH(Sigma Aldrich)を用いアセトニトリル5mLで抽出し、HPLCにて分離・定量した。場における濃度評価にはサンプラを所定の高さ(1.0~1.5m)に置き、約24時間捕集した。個人曝露濃度評価には、同じサンプラを勤務時間中の約6~9時間、および新しいサンプラに交換し勤務時間以外の約14~20時間捕集し分析まで冷蔵庫に保存した。サンプリングは店舗内125地点、室外4地点、および従業員120名に実施した。3) 健康影響調査：Millerらの化学物質曝露及び過敏症の質問票および厚生労働省が作成した「労働者の疲労蓄積度自己診断チェックリスト」を用いて仕事による負担度を調査した。

【結果・考察】1) VOCs濃度は、いずれも低値であったが、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、

スチレンは室外に比べて比較的高値であった。個人曝露濃度はVOCsの種類によって、業務中より業務外、特に家庭内の影響を受けていると思われる脂肪族炭化水素において高値を認めた。2) ホルムアルデヒドの店舗内環境濃度は、厚生労働省の示した室内濃度指針値80ppbに対して超過したポイントは1点も無く、低濃度で良好な環境を示した。アセトアルデヒドは指針値30ppbに対して最大値13ppbと全て低値を示した。いずれも屋外に比べ屋内濃度が高値を示し店舗内に主たる発生源があることが示唆された。3) 個人曝露評価：個人曝露に関しては、勤務時間中と勤務時間外に分けて評価を行い、両者を比較すると勤務中/勤務外の比は0.2~8.1の範囲であった。特に、2-エチル-1-ヘキサノール、酢酸ブチルは、勤務中/勤務外の比が5.0以上を示した。一方、ホルムアルデヒド、ベンゼン、オクタン、ノナンは、勤務中/勤務外の比が1.0以下であった。結論として、特定建築物においては以前より法的に換気を含む維持管理がなされており、さらに近年の住宅建材への関心の高まりも反映し、今回の調査対象においても良好な空気質環境にあることが認められた。但し、それぞれの物質による発生源の特性を反映していると思われるが、勤務時間内曝露濃度より時間外の曝露濃度のほうが高値を示す物質、あるいは逆に低値を示す物質が混在していた。健康影響に関しては、化学物質曝露による明確な健康影響を認める人はいなかった。

【謝辞】本研究の一部は厚生労働省厚生労働科学研究費によって行われた。