

木工作业所における室内空気及び呼気中の揮発性有機化合物濃度
Concentration of Volatile Organic Compounds in Indoor Air and Breath in Furniture Workingcenter

○皆川直人¹⁾、長宗 寧¹⁾、安藤正典²⁾
Naoto Minakawa¹⁾, Yasushi Nagamune¹⁾, Masanori Ando²⁾

1. はじめに

シックハウス、シックスクール症候群による健康影響が深刻な社会問題として新聞等で報道されている。行政側も特に学童の健康影響を深刻に捉え、文部科学省は「学校環境衛生の基準」にホルムアルデヒド等の化学物質を追加し、厚生労働省もガイドラインを設定する等実態調査を進めている。しかし、いずれも室内外空気中の化学物質濃度の把握が主体である。そこで、演者らは化学物質は体内に吸入、摂取及び接触により疾患等が発症するため、その過程、つまり吸入、代謝及び排泄経路での反応機序が重要と位置付け、室内濃度と室内空気吸入後の化学物質濃度の測定を行った。

2. 調査方法

作業所内での測定は平成 15 年 4 月に行った。

2.1 試料採取

室内外空気試料採取は揮発性有機化合物 (VOCs : Volatile Organic Compounds) 測定用の捕集管を使用し、0.1l/min の吸引流量で約 2 時間採取した。

呼気試料の採取は、Markes International Ltd. 製の Bio-VOC breath sampler を使用し被験者 8 名から採取した。Breath sampler は図 1 に示した。室内の呼気試料は被験者に一定時間作業所内に在室して頂き、室外に出た直後に捕集した。捕集方法は呼気を最後まで吐き出して再呼吸する直前の最終的な呼気を Sampler 内の容器に押し込む。次に、容器の呼気注入口に蓋をして、容器先端に VOCs 捕集管を取り付ける。最後は Sampler 付属の押し棒で容器内の採取した呼気空気を捕集管に押し込んだ。

これらの操作は全て現地で行い、室内空気と呼気を採取した捕集管は分析に供するまで、活性炭

を入れた保存容器に収納した。VOCs 濃度は加熱脱離、GC/MS 法により定量した。

VOCs の対象成分は ISO13 分類を基本に WHO ガイドラインの成分から選定し、特に測定手法の異なるアルデヒド類と分類別に 3 種類の混合標準を作製する過程で変質等の恐れのある酸類を除いた 11 分類と我が国固有の成分を追加し、合計 12 分類 126 成分を分析対象とした。

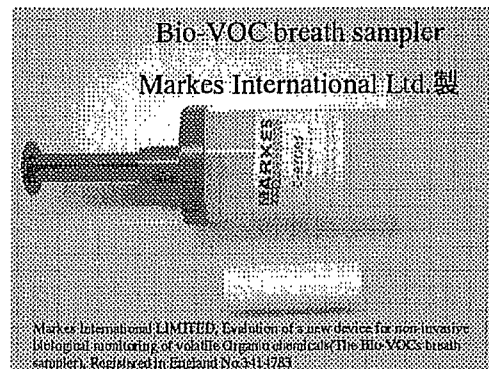


図 1 Bio-VOC breath sampler の構造

3. 結果及び考察

3.1 室内外空気及び呼気中 VOCs

検出された VOCs は室内空気では 9 分類 33 成分、屋外空気では 8 分類 42 成分が検出された。また、被験者が作業所に入る前の呼気では 57 成分、一定時間作業所内に在室して頂いた、所謂暴露後では 54 成分が検出され、室内外空気と呼気中の VOCs では検出成分数に違いが見られた。

なお、図 2 は室内外空気中の VOCs 濃度を 12 分類別に比較したものである。個別 VOCs 濃度の総和 (TVOC) は、各々 104 mg/m^3 、 $283 \mu \text{g/m}^3$ であり、室内外空気中の VOCs 濃度には約 400 倍の濃度差が確認された。

1) グリーンブルー株式会社、2) 武蔵野大学薬学部
1) Green Blue Corporation、2) Musashino Univ.

*正会員

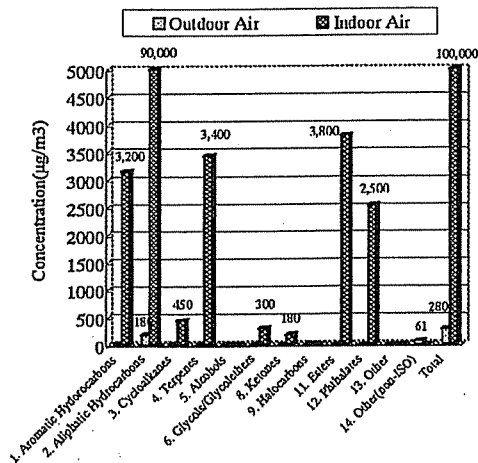


図2 室内外空气中のVOCs濃度のISO分類比較

3.2 室内外空气中 VOCs の組成比

室内空気では芳香族炭化水素類、脂肪族炭化水素類、テルペン類、エステル類及びフタル酸エステル類の5分類で VOCs が検出され、なかでも脂肪族炭化水素類が 88% を占めた。それに比べ、屋外では芳香族炭化水素類と脂肪族炭化水素類は同様であったが、ケトン類、ハロゲン化炭化水素類及びエタノール等の我が国固有の成分を含めた5分類であり、芳香族炭化水素類が 65%、我が国固有成分が 22% を占めていた。

3.3 呼気中 VOCs

図3は暴露前後の呼気中の VOCs 濃度を 12 分類別に比較したものである。

暴露前後の呼気中 VOCs 濃度の総和は各々 134、1170 μg/m³ であり、暴露後の VOCs 濃度は暴露前の約 100 倍に達していた。

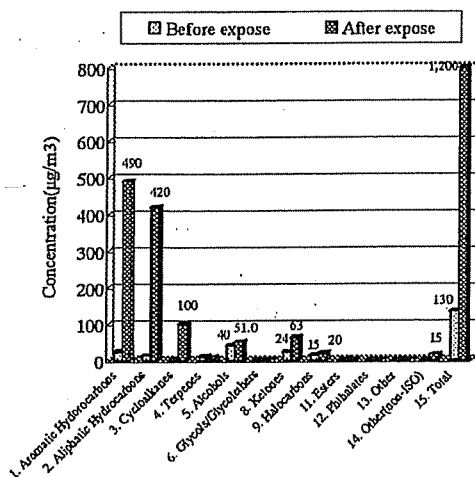


図3 暴露前後の呼気中VOCs濃度の12分類比較

3.4 暴露前後の呼気中 VOCs の組成比

暴露前後の組成比を比較すると両者の違いが顕著であった。暴露前は ISO10 分類で VOCs が検出され、特に芳香族炭化水素類 18%、脂肪族炭化水素類 10%、アルコール類 30% 及びハロゲン化炭化水素類 11% であり、この5分類で 69% を占めた。ところが、暴露後の VOCs は8分類と若干暴露前より検出分類数は少ないが、芳香族炭化水素類 42%、脂肪族炭化水素類 36% 及び環状脂肪族炭化水素類 9% と3分類で全体の 87% を占めた。

3.5 暴露前後の VOCs 相関

12 分類毎に暴露前後の呼気中の VOCs 相関を検討したところ有意な相関を示した分類はテルペン類 ($y=0.212x+4.936$, $\gamma=0.98$) のみであり、他は相関が見られなかった。しかし、暴露前後の TVOC 濃度には有意な相関 ($y=7.06x+174$, $\gamma=0.97$) が認められた。

4. まとめ

- (1) 室内外空気中で検出された VOCs 濃度は各々 104mg/m^3 、 $283\ \mu\text{g/m}^3$ であり、両者の濃度は 400 に達した。この濃度差は室内空气中 VOCs の 88% を占めた脂肪族炭化水素類 (90mg/m^3) である。
- (2) 屋外空気と暴露前の呼気中 VOCs 濃度 ($134\ \mu\text{g/m}^3$) には、2倍の濃度差が見られた。この原因は屋外濃度の 65% を占めた芳香族炭化水素類の影響である。なお、屋外濃度で不検出であったアルコール類は、暴露前の呼気中では $40\ \mu\text{g/m}^3$ の濃度を示し、特に 2-ethyl-1-hexanol が被験者7名から検出され、平均濃度は $32.5\ \mu\text{g/m}^3$ であった。これはフタル酸エステル類の代謝生成物と考える。
- (3) 室内空気と暴露後の呼気中 VOCs 濃度 ($1200\ \mu\text{g/m}^3$) には、約 100 倍の濃度差が見られた。この原因は被験者の呼気中で検出されてない脂肪族炭化水素類の4成分(トリデカン、テトラデカン、ペンタデカン及びヘキサデカン)の濃度差による。

以上のように、呼気中の VOCs 濃度は室内空気に大きく依存されているため、我々の健康影響を評価する際、VOCs の吸入後の代謝過程を含めた総合的な情報収集と継続的な調査が必要である。