

⑤各 VOC 成分の経時的な変化を図-3.3.26～図-3.3.28 に示す。

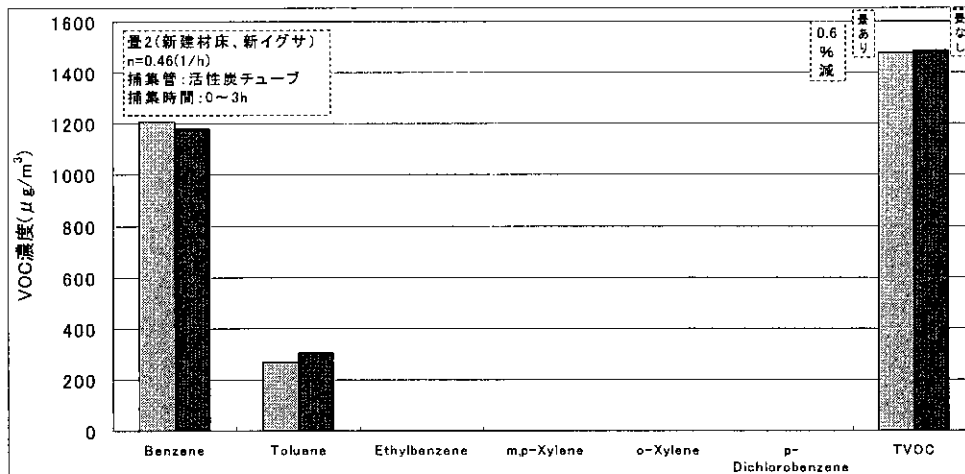


図-3.3.26 チェンバー内における VOC 濃度 (量2 : 0～3h)

量2を挿入したチェンバーⅠの VOC 濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡの VOC 濃度より 0.6%低いことから、量が VOC を吸着したと考えられる。同じ量2のデータである図-3.3.21と比較してみると、量の VOC 吸着力が低い、同じ量を繰り返し実験に使用したことにより、VOC の吸着力が低下したと考えられる。

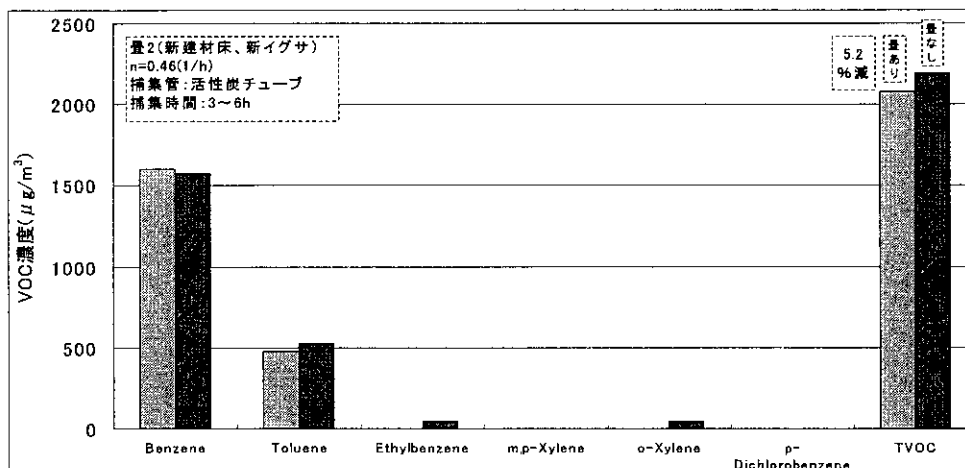


図-3.3.27 チェンバー内における VOC 濃度 (量2 : 3～6h)

量2を挿入したチェンバーⅠの VOC 濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡの VOC 濃度より 5.2%低いことから、量が VOC を吸着したと考えられる。図-3.4.22と比較してみると、吸着力が低下しているが、同じ実験を繰り返し行ったため、量の吸着力が低下したものと考えられる。

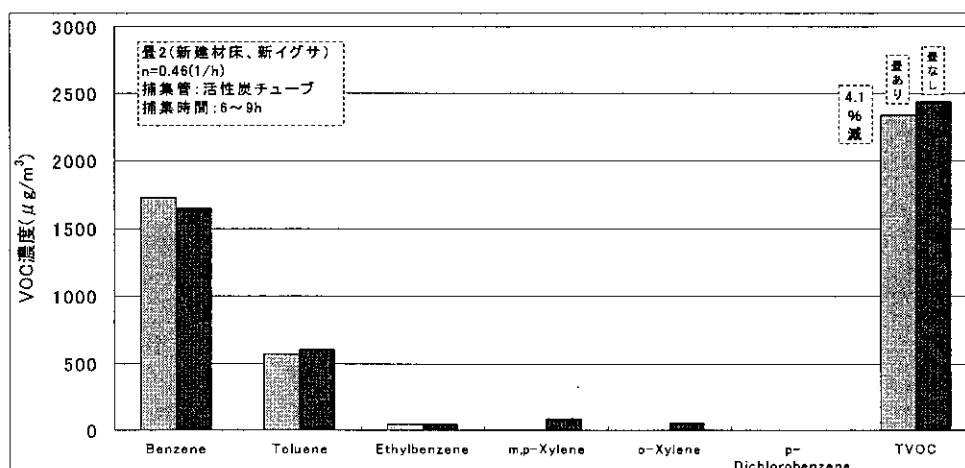


図-3.3.28 チェンバー内における VOC 濃度 (量2 : 6～9h)

量2を挿入したチェンバーⅠの VOC 濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡの VOC 濃度より 4.1%低いことから、量が VOC を吸着したと考えられる。図-3.3.26と図-3.3.27のデータと同様に、同じ量で繰り返し実験を行ったため、量の吸着力が低下したと考えられる。

(3) 畳 3 (古いイグサ、古いワラ床) の実験結果

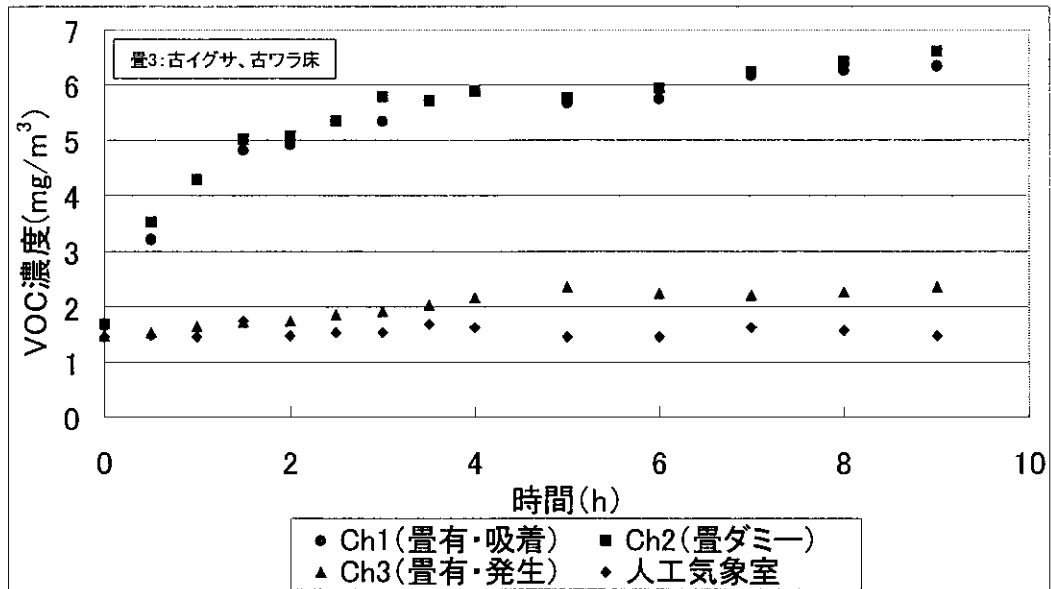


図-3.3.29 チェンバー内における VOC の経時変化(畳 3)

瞬時値の得られる光音響法測定装置を用いて、濃度推移を測定した。

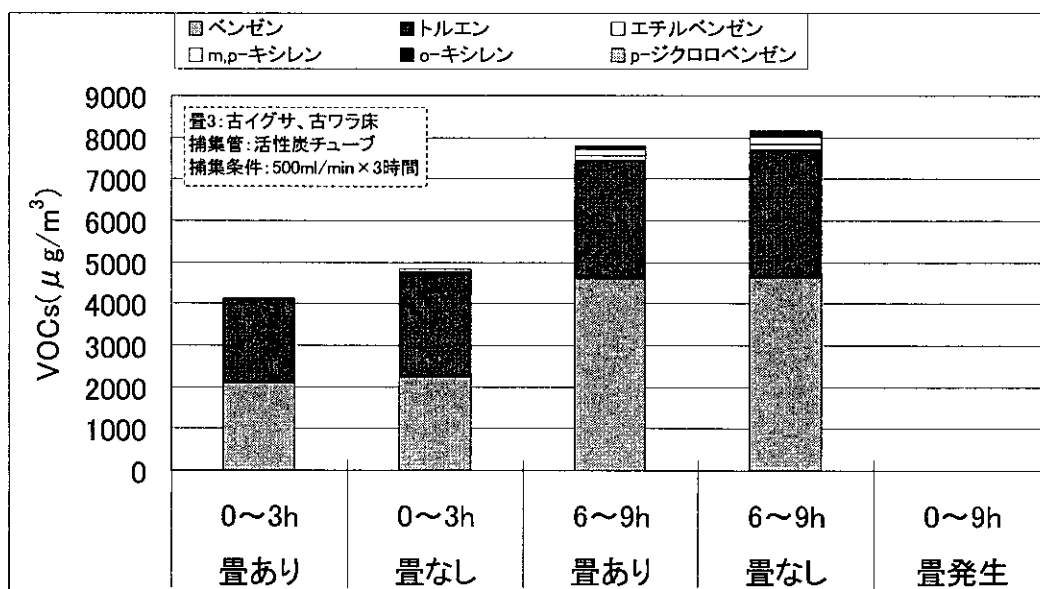


図-3.3.30 チェンバー内における VOC 濃度(畳 3)

標準ガス発生装置(パーミエーター)の設定温度を30℃に設定し、デフュージョンチューブD-30を使用した。チェンバー内にガスを導入して、2つのチェンバー内の濃度の推移を観察した。0～3(h)、6～9(h)の間では、畳を挿入したチェンバー内の濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバーより低い。これは畳表が、同等の面積をもつアルミ箔の吸着量よりも大きいことを示している。

⑥各 VOC 成分の経時的な変化を図-3.3.31、図-3.3.32 に示す。

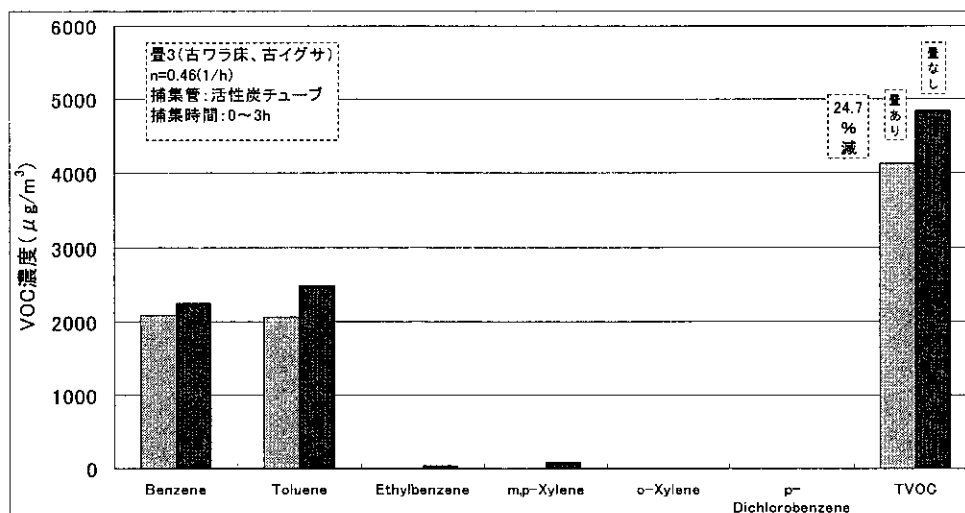


図-3.3.31 チェンバー内における VOC 濃度(量3 : 0 ~ 3h)

量3を挿入したチェンバーⅠのVOC濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡのVOC濃度より24.7%低いことから、量がVOCを吸着したと考えられる。

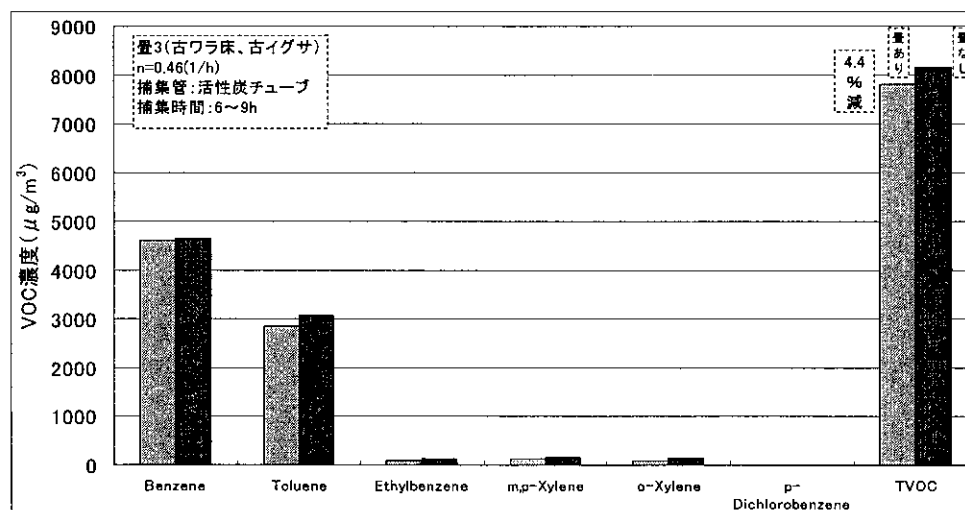


図-3.3.32 チェンバー内における VOC 濃度(量3 : 6 ~ 9h)

量3を挿入したチェンバーⅠのVOC濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡのVOC濃度より4.4%低いことから、量がVOCを吸着したと考えられる。

(4) 畳4(古いイグサ、古い建材床)の実験結果

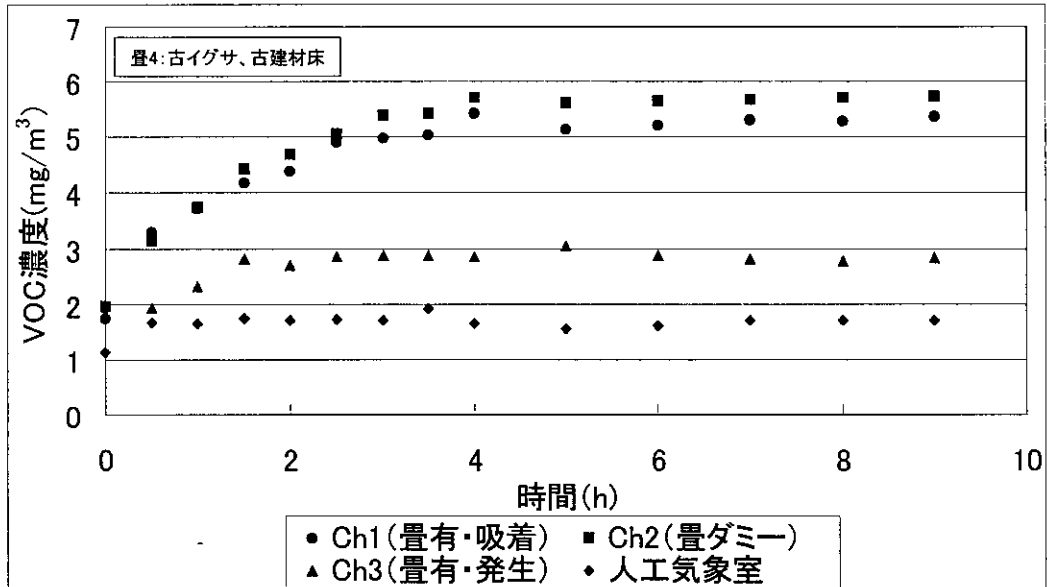


図-3.3.33 チェンバー内における VOC の経時変化(畳4)

瞬時値の得られる光音響法測定装置を用いて、濃度推移を測定した。

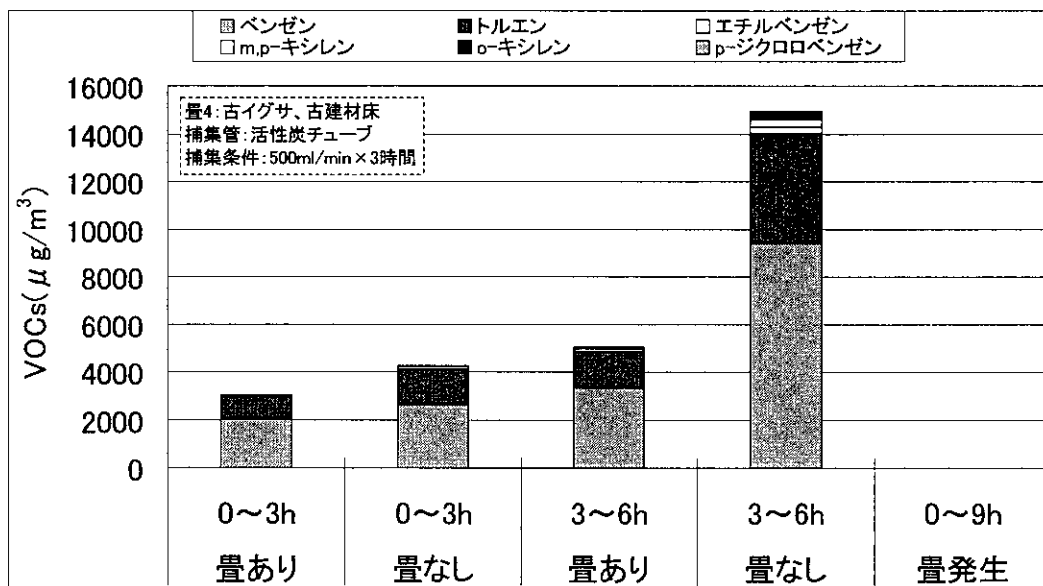


図-3.3.34 チェンバー内における VOC 濃度(畳4)

標準ガス発生装置(パーミエーター)の設定温度を30℃に設定し、デフュージョンチューブD-30を使用した。チェンバー内にガスを導入して、2つのチェンバー内の濃度の推移を観察した。0～3(h)、3～6(h)の間では、畳を挿入したチェンバー内の濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバーより低い。これは畳表が、同等の面積をもつアルミ箔の吸着量よりも大きいことを示している。3～6hのVOC濃度において、畳ありと畳なしのVOC濃度の差が大きい、畳ありのデータは、あまり信頼性のあるデータではないものと考えられる。

⑦各 VOC 成分の経時的な変化を図-3.3.35、図-3.3.36 に示す。

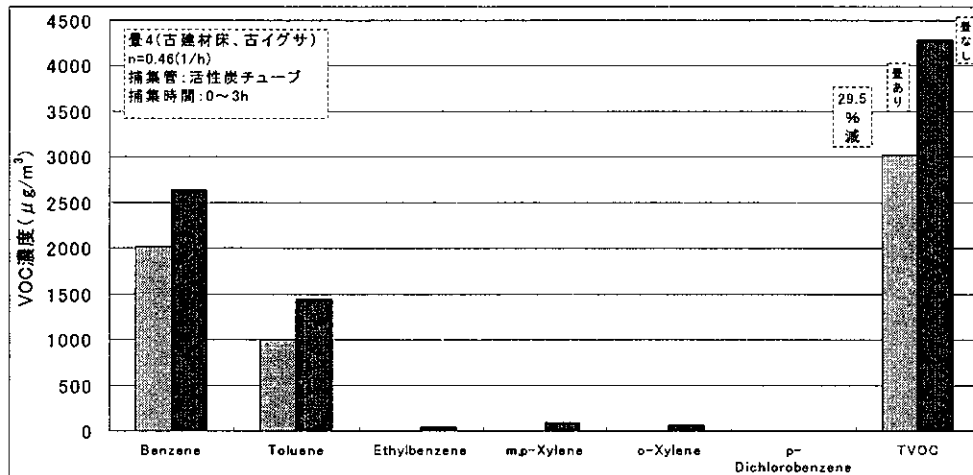


図-3.3.35 チェンバー内における VOC 濃度(畳 4 : 0 ~ 3h)

畳4を挿入したチェンバーⅠの VOC 濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバーⅡの VOC 濃度より 29.5%低いことから、畳が VOC を吸着したと考えられる。

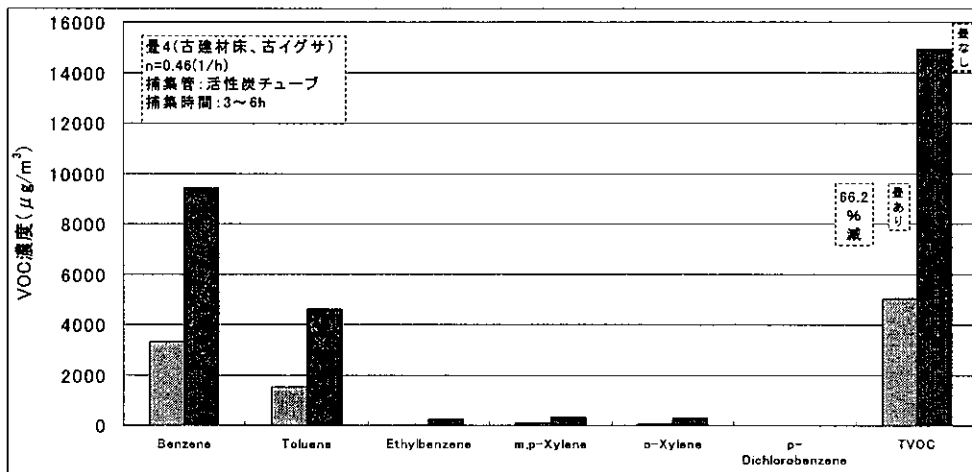


図-3.3.36 チェンバー内における VOC 濃度(畳 4 : 3 ~ 6h)

畳4を挿入したチェンバーⅠの VOC 濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバーⅡの VOC 濃度より 66.2%低いことから、畳が VOC を吸着したと考えられる。チェンバー内における VOC 濃度において、畳ありと畳なしの VOC 濃度の差が大きいが、畳ありのデータは、あまり信頼性のあるデータではないものと考えられる。

(5) 畳 5 (新しいイグサ、新しいワラ床)の実験結果

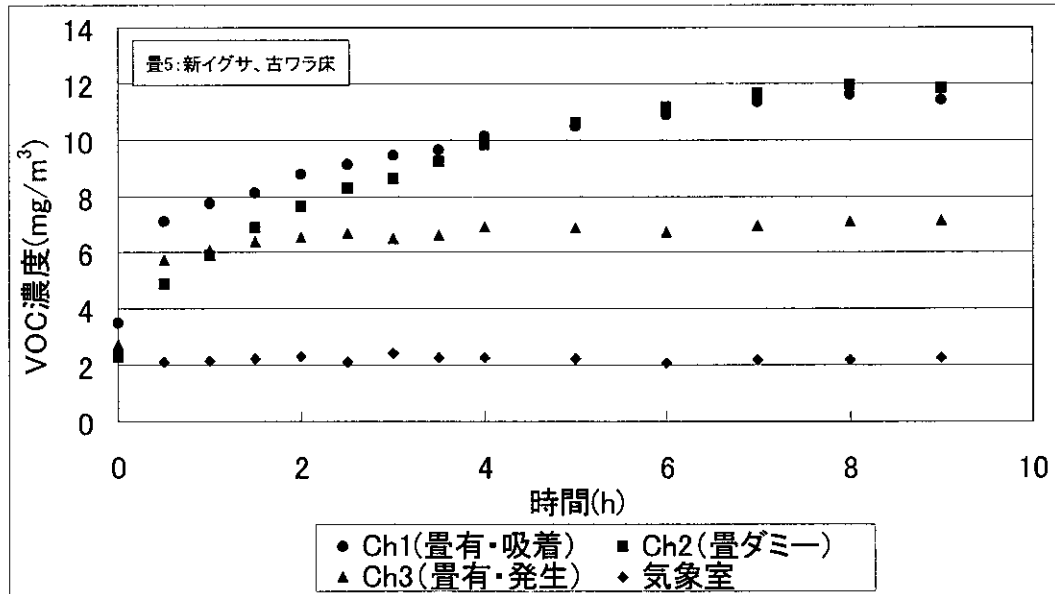


図-3.3.37 チェンバー内における VOC の経時変化(畳 5)

瞬時値の得られる光音響法測定装置を用いて、濃度推移を測定した。

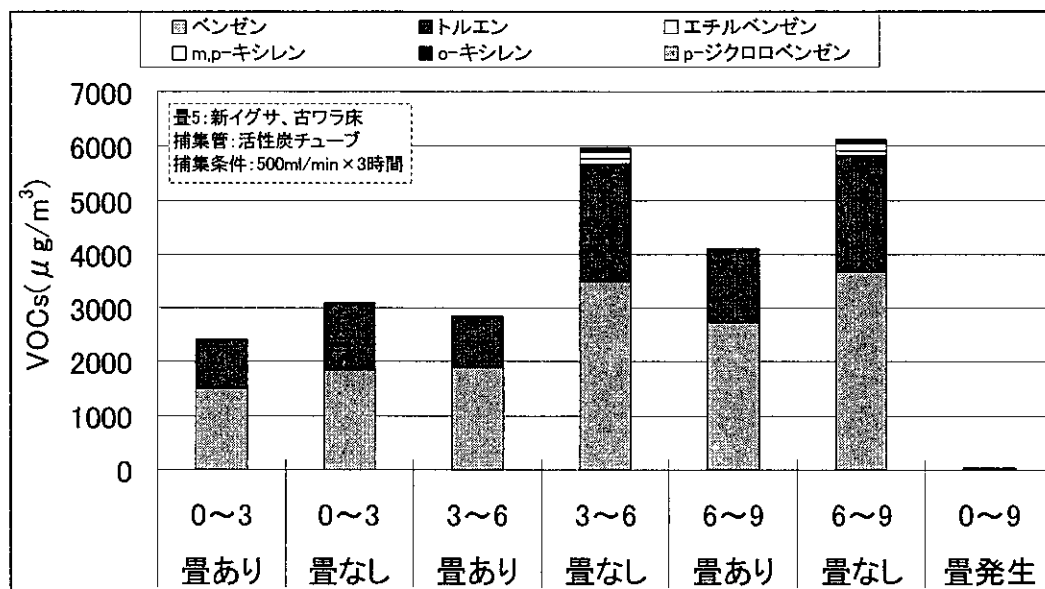


図-3.3.38 チェンバー内における VOC 濃度(畳 5)

標準ガス発生装置(パーミエーター)の設定温度を30℃に設定し、デフュージョンチューブD-30を使用した。チェンバー内にガスを導入して、2つのチェンバー内の濃度の推移を観察した。0~3(h)、3~6(h)6~9(h)の間では、畳を挿入したチェンバー内の濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバーより低い。これは畳表が、同等の面積をもつアルミ箔の吸着量よりも大きいことを示している。吸着実験では、試験片(畳)を2枚挿入したために、他の畳のデータとくらべて試験片(畳)を挿入したチェンバーⅠと畳ダミーを挿入したチェンバーⅡのVOCの濃度差が、大きくなったと考えられる。

⑧各 VOC 成分の経時的な変化を図-3.3.39～図-3.3.41 に示す。

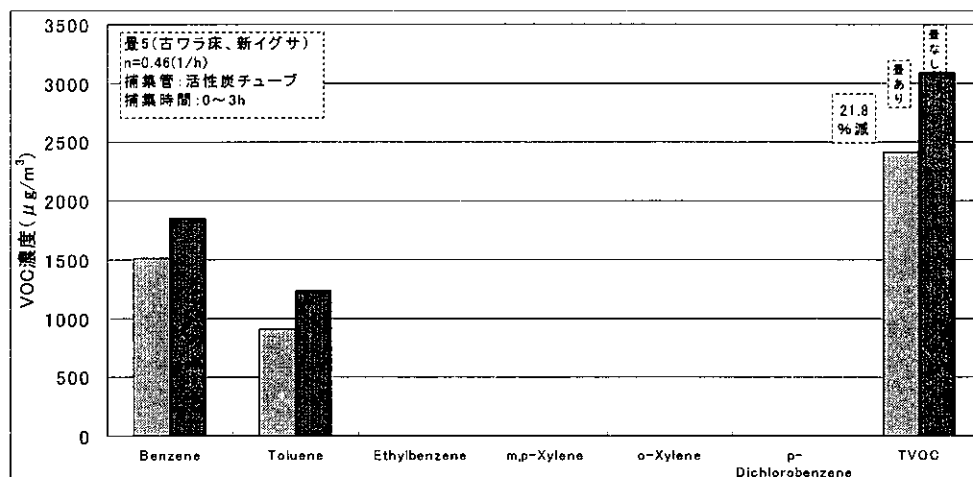


図-3.3.39 チェンバー内における VOC 濃度 (量5 : 0 ~ 3h)

量5を挿入したチェンバーⅠのVOC濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡのVOC濃度より21.8%低いことから、量がVOCを吸着したと考えられる。この吸着実験では、試験片(量)を2枚挿入したため、他の量の実験データよりも吸着効果が、高くなったものと思われる。

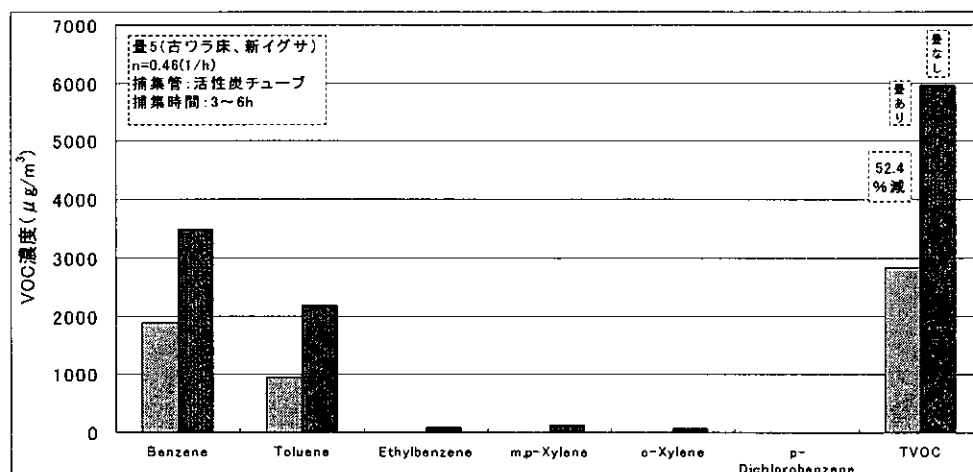


図-3.3.40 チェンバー内における VOC 濃度 (量5 : 3 ~ 6h)

量5を挿入したチェンバーⅠのVOC濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡのVOC濃度より52.4%低いことから、量がVOCを吸着したと考えられる。この吸着実験では、試験片(量)を2枚挿入したため他の量の実験データよりも吸着効果が、高くなったものと思われる。

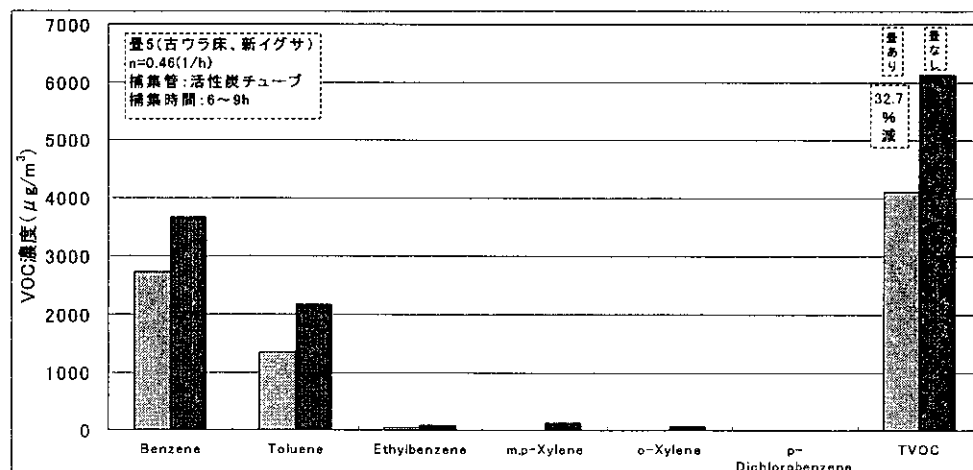


図-3.3.41 チェンバー内における VOC 濃度 (量5 : 6 ~ 9h)

量5を挿入したチェンバーⅠのVOC濃度が、量ダミーを挿入したチェンバーⅡのVOC濃度より32.7%低いことから、量がVOCを吸着したと考えられる。この吸着実験では、試験片(量)を2枚挿入したため他の量の実験データよりも吸着効果が高くなったものと思われる。

(6) 畳 6 (新しいイグサ、古い建材床) の実験結果

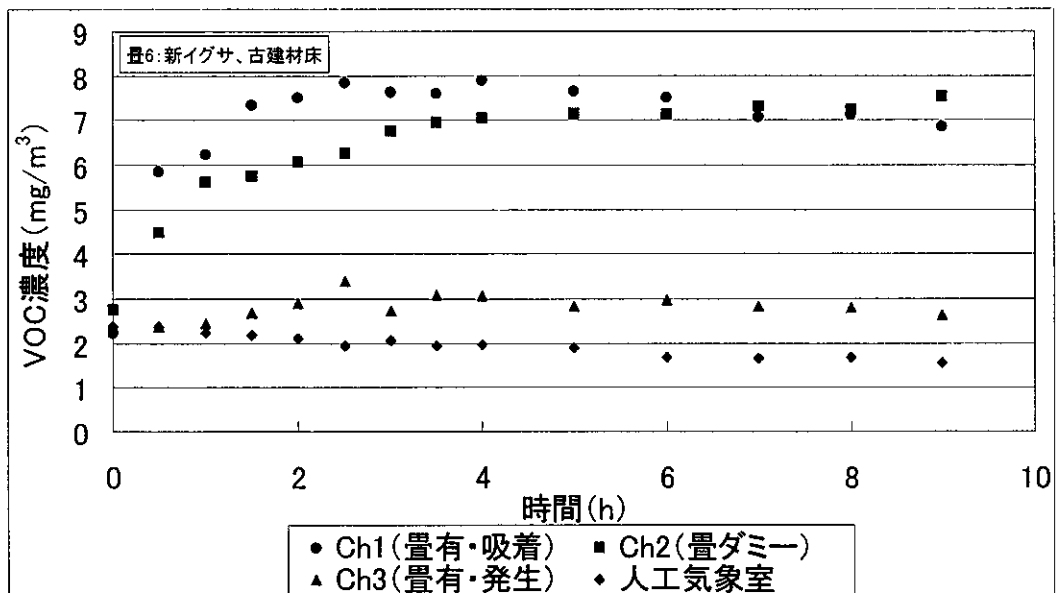


図-3.3.42 チェンバー内における VOC の経時変化(畳 6)

瞬時値の得られる光音響法測定装置を用いて、濃度推移を測定した。

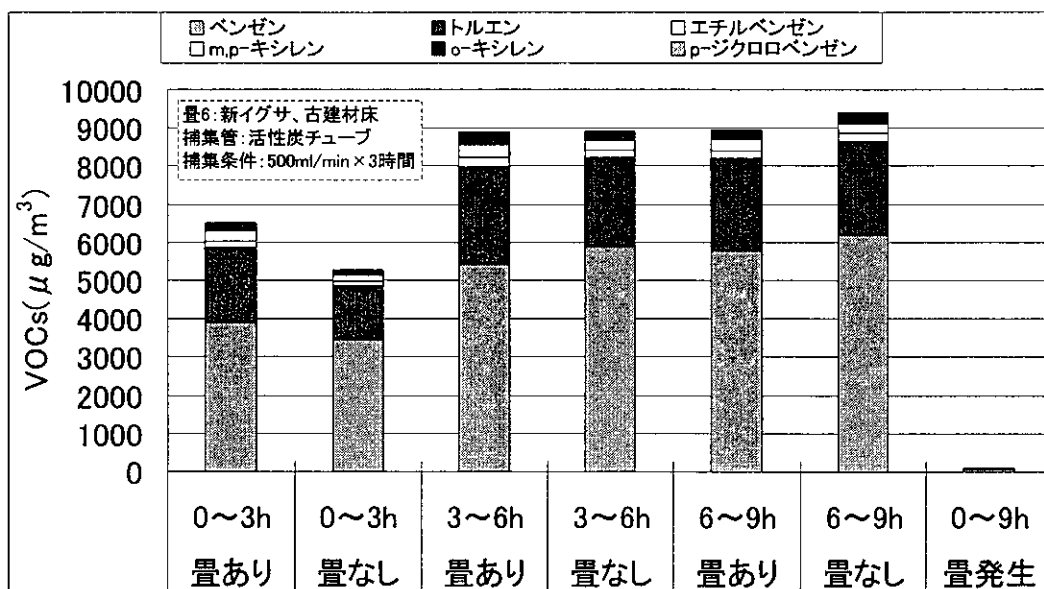


図-3.3.43 チェンバー内における VOC 濃度(畳 6)

標準ガス発生装置(パーミエーター)の設定温度を30℃に設定し、デフュージョンチューブD-30を使用した。チェンバー内にガスを導入して、2つのチェンバー内の濃度の推移を観察した。3～6(h)6～9(h)の間では、畳を挿入したチェンバー内の濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバーより低い。これは畳表が、同等の面積をもつアルミ箔の吸着量よりも大きいことを示している。

⑨各 VOC 成分の経時的な変化を図-3.3.44～図-3.3.46 に示す。

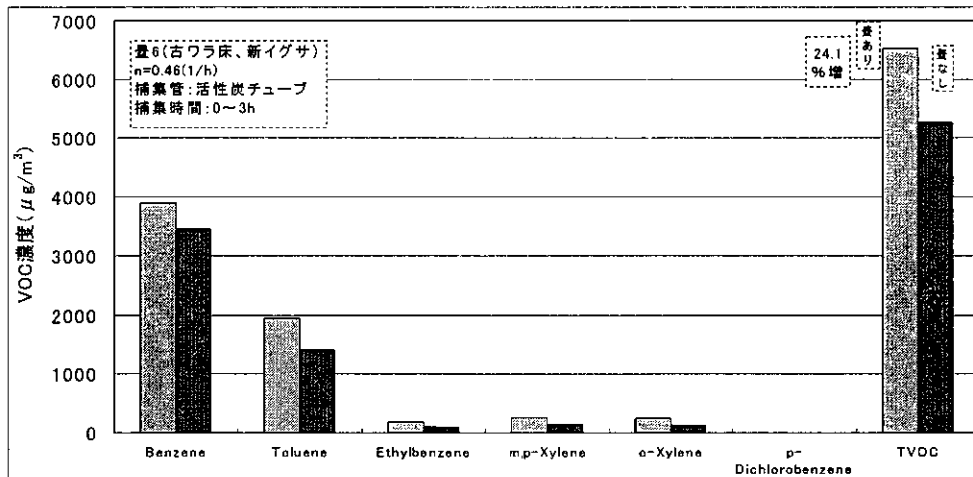


図-3.3.44 チェンバー内における VOC 濃度(畳6: 0～3h)

畳表に使用されているイグサからの VOC の発生に加え、畳が実験を行う前に吸着していた VOC を発生させた事により、畳を挿入したチェンバー I の VOC 濃度が高くなったと考えられる。

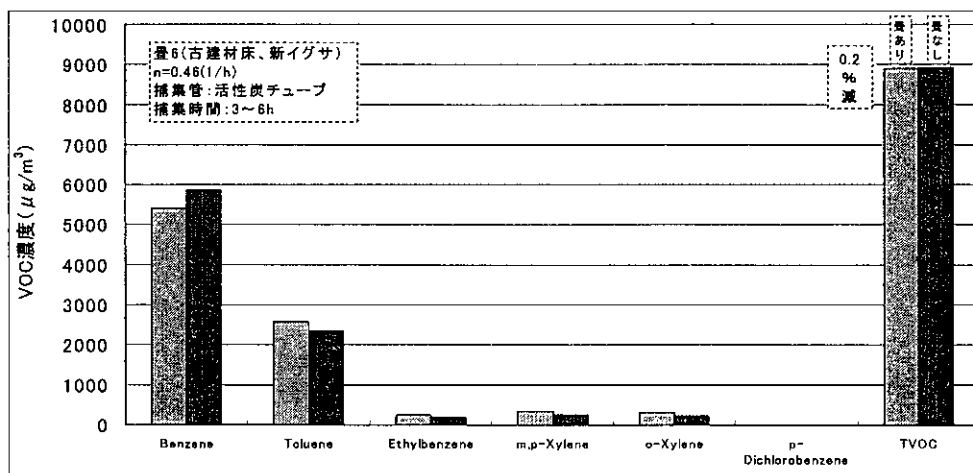


図-3.3.45 チェンバー内における VOC 濃度(畳6: 3～6h)

畳6を挿入したチェンバー I の VOC 濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバー II の VOC 濃度より 0.2%低いことから、畳が VOC を吸着したと考えられる。

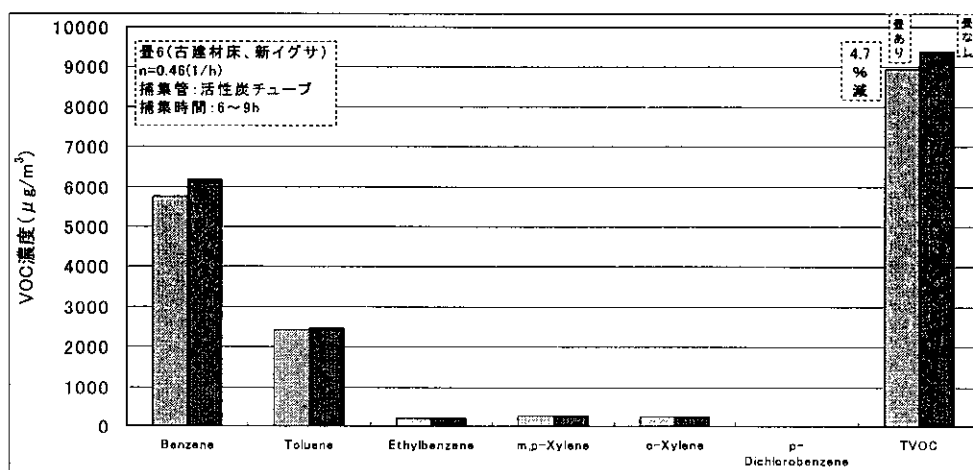


図-3.3.46 チェンバー内における VOC 濃度(畳6: 6～9h)

畳6を挿入したチェンバー I の VOC 濃度が、畳ダミーを挿入したチェンバー II の VOC 濃度より 4.7%低いことから、畳が VOC を吸着したと考えられる。

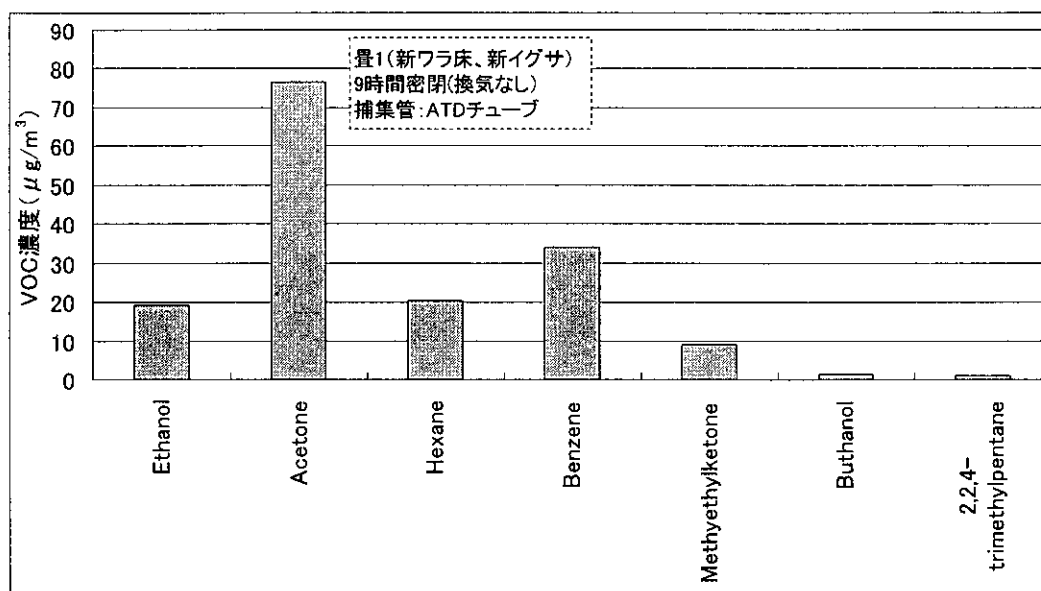


図-3.3.49 9時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度
畳1(発生実験)

畳1をチェンバーに9時間密閉してからチェンバー内の空気を捕集したデータであるが、他の畳からの発生のデータとくらべてみるとVOCの発生が多い。これは、新しいイグサに使用されている塗料からの発生と試験片である畳が、実験開始前に吸着していた化学物質を発生したものと考えられる。

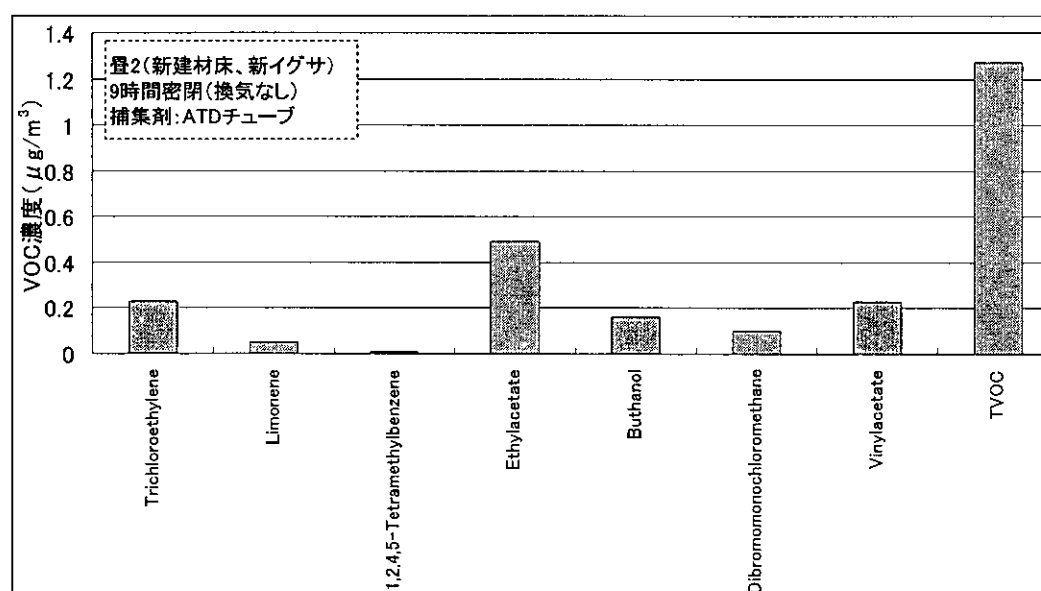


図-3.3.50 9時間密閉後のチェンバー内における VOC 濃度
畳2(発生実験)

畳表が、新しいイグサである畳1(図-3.3.49)と比較してみると、測定されたVOC成分が異なる。これは、畳2に使用されている床が、建材(インシュレーションボード)であることによるものと思われる。

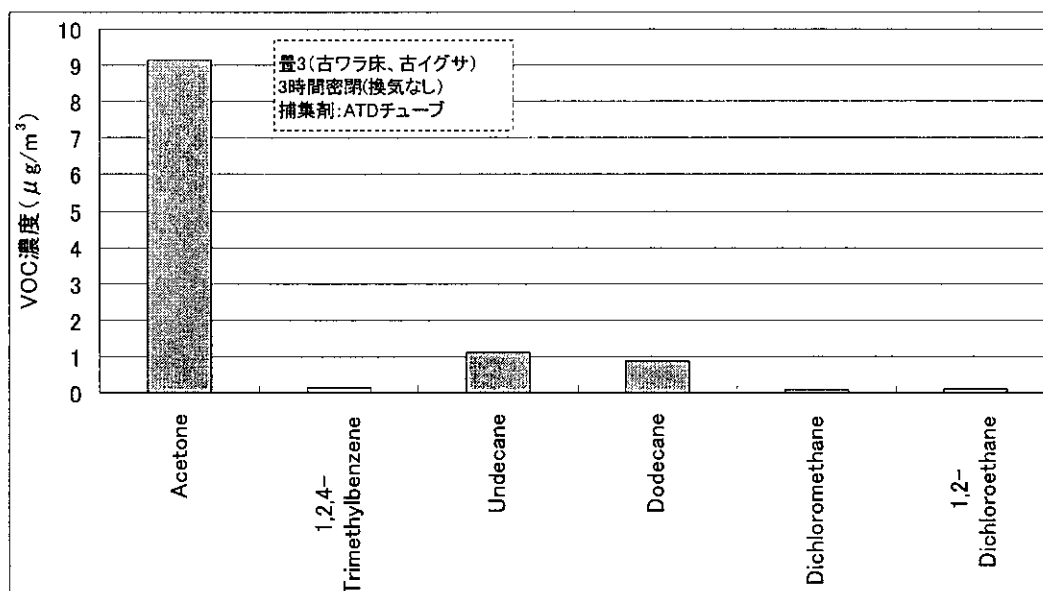


図-3.3.51 3時間密閉後のチェンバー内におけるVOC濃度
畳3(発生実験)

古いイグサと古いワラ床のためか、畳から発生したVOC濃度が、比較的低濃度であり、発生物質の数も少ない。

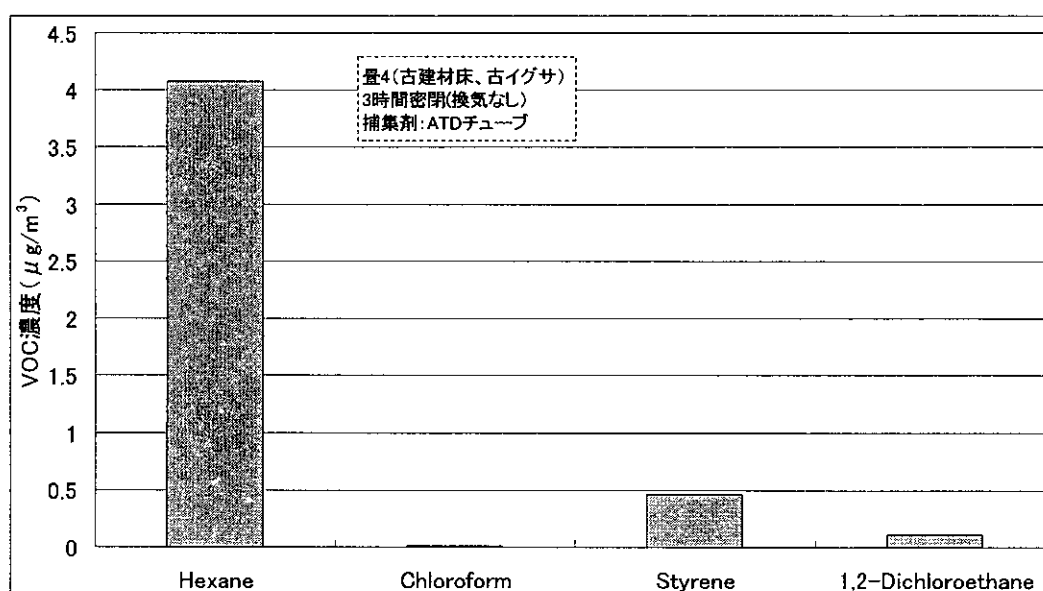


図-3.3.52 3時間密閉後のチェンバー内におけるVOC濃度
畳4(発生実験)

古いイグサと古い建材床のためか、畳から発生したVOC濃度が、比較的低濃度であった。畳表が、同じ古いイグサで構成されている畳3もVOC濃度が低いことから、古いイグサの畳からは、畳からのVOCの発生が、小さいことがわかる。また、床は建材床であり、ヘキサン、スチレン等の発生が、確認できた。

3.3.4. 考察

畳によるVOCの吸着性については、表に露出している畳表のイグサの吸着性が大きいと考えられる。

畳からのVOCの発生については、畳表と畳床の相方が発生源となっていると考えられる。吸着の場合と違って、畳床の影響が、あるものと考えられる。

畳床は、ワラ床と建材床のものがあるが、建材床は、ワラ床よりもVOCの発生量が多いと考えられ、スチレンやヘキサン等の発生があるものと考えられる。

3.3.5. 本章のまとめ

(1) 目的

イグサなどの天然素材を使っている畳は、遮音性、断熱性、保湿性などの点で優れた特性が指摘されて、様々な化学物質も吸着すると考えられる。

そこで、本研究では、天然素材としての畳に着目して、畳による室内汚染物質の吸着性について、実験的研究により調べることを目的とした。

(2) 実験内容

人工気象室内に3つのステンレス製小型チェンバー(気積:65l)を設置し、2つのチェンバーを畳による吸着実験、もう1つのチェンバーを畳からのVOCの発生実験に使用した。吸着実験では、標準ガス発生装置を用いて、チェンバー内にVOCを導入し、畳によるVOCの吸着性を求めた。発生実験では、畳をチェンバー内に挿入し、密閉して、畳からのVOCの発生を求めた。

(3) 実験結果

(1) 畳1(新しいイグサ、新しいワラ床)は、VOCの吸着効果があった。チェンバーに畳の試験片を挿入し、標準ガス発生装置を用いて、一定量のVOCを導入した。標準ガス導入後のVOC吸着率は、3～6hでは、8.2%、6～9hでは、10.2%のVOCの減少が確認された。また、畳からの発生が確認され、エタノール、アセトン、ヘキサン、ベンゼン、メチルエチルケトン、ブタノール2,2,4-トリメチルペンタンの発生が検出された。

(2) 畳2(新しいイグサ、新しい建材床)は、VOCの吸着効果があった。各時間における畳のVOCの吸着率は、0～3hでは、2.4%、3～6hでは、7.3%、6～9hでは、5.4%のVOCの減少が確認された。また、畳からVOCの発生が確認され、トリクロロエチレン、リモネン、1,2,4,5-テトラメチルベンゼン、エチルアセテイト、ブタノール、ジブロモモノメタン、ビニルアセテイトの発生が検出された。

(3) 畳3(古いイグサ、古いワラ床)は、VOCの吸着効果があった。各時間における畳のVOCの吸着率は、0～3hでは、24.7%、6～9hでは、4.4%のVOCの減少が確認された。また、畳からの発生は、低濃度ではあるが、アセトン、1,2,4-トリメチルベンゼン、ウンデカン、ドデカン、ジクロロメタン、1,2-ジクロロメタンの発生が検出された。

(4) 畳4(古いイグサ、古い建材床)は、VOCの吸着効果があった。各時間における畳のVOCの吸着率は、0～3hでは、29.5%、6～9hでは、66.2%のVOCの減少が確認された。低濃度ではあるが、ヘキサン、クロロホルム、スチレン、1,2-ジクロロメタンの発生が検出された。

(5) 畳5(新しいイグサ、新しいワラ床)は、VOCの吸着効果があった。吸着実験では、チェンバー内に畳を2枚挿入したが、各時間における畳のVOCの吸着率は、0～3hでは、21.8%、3～6hでは、52.4%、6～9hでは、32.7%のVOCの減少が確認された。活性炭チューブで捕集した結果、わずかながら発生が確認された。

(6) 畳6(新しいイグサ、古い建材床)は、VOCの吸着効果があった。各時間における畳のVOCの吸着率は、3～6hでは、0.2%、6～9hでは、4.7%のVOCの減少が確認された。畳からの発生は、わずかながら発生が確認された。

実験結果を見てみると、どの畳もワラ床や建材床などの床の種類に関係無く、VOCを吸着する事がわかった。畳表に使用されている新しいイグサと古いイグサの違いをテストしたが、新しいイグサで畳表が構成されている畳は、初めの数時間のVOC濃度の上昇が認められた。これは、新しいイグサに使用されている塗料からの発生が考えられる。畳表が古いイグサで構成されている畳は、0～3hにおいてVOCの吸着効果が高く、畳からの発生も少ないこともわかった。古いイグサで構成されている畳4からは、ヘキサンとスチレンの発生が確認できた。以上のことから畳は、室内VOCの低減化効果があると言える。

(4) 今後の課題

(1) 畳表から発生する化学物質をより明らかにすることと、(2) 畳床からの発生をより明らかにすることを今後の課題とする。

6. 引用文献

- 1) 柳沢幸雄他:室内材の NO_2 収着特性と生物学的除去の可能性と検討、大気汚染学会誌 p18～p23、1983 年
- 2) 野崎淳夫他:実験室実験による建築部材レベルのバイクアウト効果、第 19 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集 p、138～139、2001 年 4 月
- 3) 野崎淳夫他:ホルムアルデヒド、揮発性有機化合物による室内空気汚染に関する研究(その1)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp. 757～758、1996 年
- 4) 野崎淳夫他:我が国における室内化学物質汚染低減化対策の現状について、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp. 645-648、1998 年

謝辞

本研究を遂行するにあたり、協力を頂いた瀬谷直也君(当時日本大学卒論生)に深謝致します。

総論

総論

本研究では、1) 化学物質汚染発生源と成り得る生活用品を選定し、その発生量、発生特性を把握し、2) 現在、室内化学物質汚染の対策品の除去特性について実験室実験及び実測調査を行った。

本研究で用いた測定・評価法、並びに構築した実験システムについて「1. 試験・評価法の提案と実験システム構築に関する総論」としてまとめた。

次に、本研究で測定対象とした生活用品の化学物質発生量、発生特性の実験室実験、実測調査で得られた知見について「2. 生活用品からの化学物質の発生に関する総論」としてまとめた。

最後に、対策品（消臭剤、空気清浄機、床下換気システム、畳）の化学物質の除去特性の実験室実験、実測調査で得られた知見について「3. 対策品の化学物質の除去特性に関する総論」としてまとめた。

1. 試験・評価法の提案と実験システムの構築に関する総論

(1) 試験・評価法の提案

室内化学物質空気汚染に対する抑制対策品の除去特性に関する性能を確認するための各種試験方法の性能について以下に規定する。

①試験方法

・性能確認試験方法として、チャンバー法を推奨する。汚染の供給は十分な精度および再現性が確保されることとし、定常法、減衰法等の採用を認める。なお、除去特性に関する評価試験の標準状態として、温度 25 ± 1 °C、相対湿度 50 ± 5 %、試験対象製品表面の対流熱伝達率が $3 \sim 6 \text{ W/m}^2\text{K}$ 程度、もしくは $3 \text{ W/m}^2\text{K}$ 以下となる環境を制御できることを推奨する。なお、試験条件は必ず明記されるものとする。

・チャンバーの基本性能に関しては、揮発性有機化合物の放散測定方法を規定する ENV あるいは ASTM 等に準じるものが妥当であると考え。条件としては、①外乱の影響を受けにくいこと。温度・湿度が一定値を維持可能で外部風の影響を受けないこと。②換気量、漏出入空気量が一定で、前者に比べ後者の値が無視できる程度に小さいこと。③化学物質のバックグラウンド濃度が少ないこと。④装置内部表面は化学物質の吸着・再放散がないこと。⑤汚染状況の再現性が高いこと等を満たす必要がある。

・各種汚染質の濃度測定方法に関しては、厚生労働省の規定や ISO 等に準じることとする。

・各種汚染質の濃度条件は、対象化学物質に関する法規制やガイドライン等の指針値が存在する場合には、その基準値濃度、および必要に応じて濃度レベルを設定し、試験を実施することとする。

②評価方法

・減衰法による場合：漏気のないチャンバー内に汚染質が一定値に到達した時点で供給をとめ、対策品を運転（設置）する。運転後における濃度減衰は、対象製品の除去能力によるものだが、この効果を換気による効果と同等に捉えることができる。そこで、JIS A1406「屋内換気量測定方法（炭酸ガス法）」に基づいて、濃度減衰の経時変化から求めた換気量、換気回数をそれぞれ「相当換気量」、「相当換気回数」と呼ぶこととする。なお、チャンバーに漏気がある場合は自然減衰時の測定を併せて行い、対策品の運転（設置）時との濃度差から算出を行うものとする。

・定常法による場合：一定の換気量、定常の汚染質発生がある条件下で、対策品の運転（設置）前後におけるチャンバー内の濃度差を比較する。この濃度差は対策品の除去能力となり、上に倣って「相当換気量」、「相当換気回数」と呼ぶこととする。

(2) 実験システムの構築

①人工気象室の概要

本研究事業のうち、下記 1) から 5) の実験室実験における温・湿度、清浄空気の制御は、人工気象室内（屋外・屋内条件試験室）に各チェンバーを設置することで行われるものである。

- 1) ホビー製品（スプレー式塗料）からの化学物質の発生に関する研究
- 2) 化粧品からの化学物質の発生に関する研究
- 3) 衣料品からの化学物質の発生に関する研究
- 4) 造作家具からの化学物質の発生に関する研究
- 5) 畳の化学物質の除去特性に関する研究
- 6) 空気清浄機の除去特性に関する研究

②実験システム（スモールチェンバーⅠ）の構築

空気清浄機の化学物質の除去特性に関する実験は、東北文化学園大学内に設置されたスモールチェンバーⅠ（気積：4.977(m³))で行われるものである。実験は東北文化学園大学の人工気象室内に設置された実験チェンバーで行われた。実験チェンバーは、0.528m³及び4.98m³の気積を有したガラス製及びステンレス製である。実験チェンバーでは、温湿度（温度：10～40（℃）、相対湿度：20～80（％））と換気量（換気回数：0～5.0（1/h））の制御が可能である。

③実験システム（スモールチェンバーⅡ）の構築

本研究事業のうち、生活用品からの化学物質の発生、並びに対策品の除去特性に関する実験は、東北文化学園大学内に設置されたスモールチェンバーⅡ（気積：65(l)）で行われるものである。

(1)生活用品からの化学物質の発生に関する実験システムの構築

生活用品からの化学物質発生状況を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内にステンレス製小型チェンバーを設置して実験システムを構築した。

尚、本実験システムは以下の1)～3)の研究に用いた。

- 1)ホビー用品（スプレー式塗料）からの化学物質の発生に関する研究
- 2)化粧品からの化学物質の発生に関する研究
- 3)衣料品からの化学物質の発生に関する研究

(2)対策品の化学物質の除去特性に関する実験システムの構築

対策品の化学物質の除去特性を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内に2つのステンレス製小型チェンバーを設置した。1つのチェンバー（チェンバー①）には、試験片を挿入し、もう一方のチェンバー（チェンバー②）には、試験片のダミー（試験片と同じ体積）を挿入した。

人工気象室の空気をキャリアーガス乾燥管、エアー乾燥管を通してガス発生装置に送り、2つの実験チェンバーに等量のトルエン、mp-キシレン、o-キシレン、ベンゼン、エチルベンゼン、p-ジクロロベンゼンの6種類のVOCをマスフローコントローラーを用いて流量を500ml/minに制御し、2つのチェンバー内に導入した。また、チェンバー内の一様拡散状態を得るためにファンを用いて、チェンバー内の空気を混合させた。

尚、本実験システムは、畳の化学物質の除去特性に関する研究に用いた。

④実験システム（スモールチェンバーⅢ）の構築

造作家具などの大型の生活用品からの化学物質発生状況を調べるために、東北文化学園大学の人工気象室内にスモールチェンバーを設置し、実験システムを構築した。

本チェンバーは、温度、湿度及び換気制御装置が設置されている為に、任意の環境条件にて実験を行うことが可能である。

チェンバー内の空気は、拡散ファンを用いて一様拡散を行うものとする。この場合、拡散ファンの気流速度が大きくなると、試験体からの化学物質の発生速度が増大する。そこで、本実験においては、0.5[m/S]以下になるように気流速度を制御した。

尚、本実験システムは、造作家具からの化学物質の発生に関する研究に用いるものである。

2. 生活用品からの化学物質の発生に関する総論

2.1 ホビー製品(スプレー式塗料)からの化学物質の発生について

(1) 実験の目的

本研究では、量販店等で購入できる一般的な塗料(スプレー式塗料)について実験室実験を行い、VOC発生量及び発生量の経時変化を求めるものである。

(2) 実験内容

人工気象室(空気環境実験室)内にスモールチェンバー(本体:ステンレス製、容積(建材の容積含む):65 l)を設置し、21種類のスプレー式塗料についてチェンバー実験を行った。測定時の実験条件は温度(23℃)、相対湿度(40%)、換気回数(0.46(1/h)±0.01)、気流(0.3～0.5m/sec)である。

(3) 発生実験の結果

(a) 水溶性合成樹脂系(アクリル)

水溶性合成樹脂系(アクリル)に分類されるのは、塗料A、塗料M、塗料Oであり、塗料A、塗料Mは、ノナンのVOC発生濃度が高く、m、p-キシレンのVOC発生濃度が低かった。塗料Oは、エチルベンゼン、m、p-キシレン、酢酸ブチルのVOC発生濃度が高く、ノナンのVOC発生濃度が低かった。

(b) 合成樹脂系(アクリル)

合成樹脂系(アクリル)に分類されるのは、塗料B、塗料E、塗料F、塗料J、塗料K、塗料L、塗料N、塗料Q、塗料R、塗料S、塗料T、塗料Uであり、塗料B、塗料E、塗料G、塗料H、塗料K、塗料N、塗料Q、塗料R、塗料Uは、エチルベンゼン、m、p-キシレン、o-キシレンのVOC発生濃度が高く、ノナンのVOC発生濃度が低かった。塗料E、塗料J、塗料Sは、トリクロロエチレンのVOC発生濃度が高く、その他のVOC発生濃度は全体的に低かった。塗料Tは、目立った発生は見られずVOC発生濃度は全体的に低かった。

(c) 合成樹脂系(ビニル)

合成樹脂系(ビニル)に分類されるのは、塗料G、塗料Hであり、エチルベンゼン、m、p-キシレン、o-キシレンのVOC発生濃度が高く、その他のVOC発生濃度は全体的に低かった。

(d) 合成樹脂系(シリコン)

合成樹脂系(シリコン)に分類されるのは、塗料Iであり、エチルベンゼン、m、p-キシレン、o-キシレンのVOC発生濃度が高く、その他のVOC発生濃度は全体的に低かった。

(e) 合成樹脂系(ウレタン樹脂)

合成樹脂系(ウレタン樹脂)に分類されるのは、塗料Dであり、エチルベンゼン、m、p-キシレン、o-キシレン、メチルイソブチルケトンのVOC発生濃度が高く、その他のVOC発生濃度は目立った発生は見られず全体的に低かった。

(f) ニトロセルロース系

ニトロセルロース系に分類されるのは、塗料C、塗料Pであり、エチルベンゼン、m、p-キシレン、o-キシレンのVOC発生濃度が高く、酢酸エチル、酢酸ブチル、メチルイソブチルケトンのVOC発生濃度が低かった。

(g) TVOC発生量

TVOC発生量を各塗料毎に求めた。合成樹脂系(ビニル)が19175～31762($\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{m}^2$)、合成樹脂系(シリコン)が29061($\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{m}^2$)、合成樹脂系(ウレタン樹脂)が34046($\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{m}^2$)と多く、水溶性合成樹脂系(アクリル)が塗料Oを除いて1259～1854($\mu\text{g}/\text{h}\cdot\text{m}^2$)と少なかった。

(4) 経時変化の実験結果

アルミ板に塗料(R)を塗布した試験片をスモールチェンバーに挿入し、VOCの経時変化を測定したところ、徐々に減衰する発生量の実態が明らかになった。また、部材モデル試験体を用いた測定した本橋ら⁷⁾の結果に比べ、低い値を示した。この要因として、本橋らの試験体素地がアルミ板よりも塗料の浸透しやすい石膏ボードであることがあげられる。

本橋らの実験とは、測定方法や試験片の条件が異なるため、直接的には比較できないが、上塗り塗料に比べてスプレー式塗料のほうが発生量の減衰が大きいことがうかがえる。

(5) 今後の課題

今後の課題としては、塗料からの発生を求める測定条件や試験体条件を明らかにし、室内汚染を前提とした試験評価法の確立があげられる。次に、本試験法・評価法を用いた実験結果を明らかにしていく必要がある。

2-2 化粧品からの化学物質の発生

(1) 目的

本研究では、室内で種々の化粧品等を大量に使用していると考えられる理美容所に着目し、理美容所内のVOC濃度等及び理美容所内で使用頻度の高い化粧品等からのVOC発生について調査するものである。

(2) 研究内容

理美容所におけるVOC濃度の実測調査を行い、更に理美容所で用いられている化粧品を実験室実験によりVOC発生量を求めた。

(3) 実測調査における結果

理美容所内の空気環境を知る目的で、営業時間中（8時間）の空気を採取し、VOC濃度を測定したところ、全ての施設（4施設）において暫定目標値である $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えるTVOCが検出された。また、室内のTVOC濃度は二酸化炭素濃度が高い施設ほど高かった。

(4) 実験室実験における結果

化粧品等から発生するVOCについて調べる目的で、理美容所で使用している化粧品等をシャーレ又はバイアルにとり、 23°C 、40%の実験室チェンバー内で発生するVOCを測定したところ、エタノール等のVOCが発生していることがわかった。TVOC濃度から求めた発生量は化粧品の種類によって大きく異なり、ヘアスプレーはシャンプーの約一万倍であった。

(5) 今後の課題

室内空気及び化粧品等から発生するVOCでは、同定できない物質が多かったことから、今後、質量分析によるこれら物質の同定が必要となる。また、スプレーから発生する気体成分の捕集も今後の課題である。

理美容所の換気に関する法規制は、理容師法施行規則第26条第2号及び美容師法施行規則第26条第2号に「二酸化炭素濃度を5,000ppm以下に保つこと」との規定がある。しかし、この基準を満たしていても、TVOC濃度は高く、室内空気環境が良好とはいえないことがわかった。理美容所においては、化粧品等の使用は避けられないことであり、発生したVOCを換気によって室内から排除することが重要である。今後理美容所の立入検査の際は、TVOC濃度も視野に入れた換気指導をしていく必要がある。

2-3 衣料品からの化学物質の発生について

(1) 目的

法規制対象外家庭用品のうち衣料品について、使用されているVOC成分とともに、体温程度に加湿したときのホルムアルデヒド及びVOCの発生量並びにホルムアルデヒドの発生量と溶出量の関連について調査することを目的とする。

(2) 調査内容

調査は発生量試験と溶出量試験に区分して行い、それぞれホルムアルデヒド又はVOCを調査対象とした。

また、溶出試験におけるホルムアルデヒド検査においては、採取する試料について、法で定められた採取法による「法定検査」と、検査側で意図的に試料を採取した「特別検査」の2つを行った。

(3) 発生量試験の結果

① VOC

TVOC濃度として、11衣料品中6品から検出された。TVOCに対する各VOC族の検出割合は、脂肪族炭化水素が36.4%、芳香族炭化水素が27.3%、その他（未同定物質を含む）が36.4%であった。

② ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドは、11衣料品中5品から検出された。

(4) 溶出量試験の結果

① 法定試験

ホルムアルデヒドは11衣料品中10品から検出されたが、法で定めるホルムアルデヒド溶出量の基準値（ $75 \mu\text{g}/\text{g}$ ）を超過した衣料品はなかった。

② 特別試験

ホルムアルデヒドは11衣料品全品から検出されたが、法で定めるホルムアルデヒド溶出量の基準値（ $75 \mu\text{g}/\text{g}$ ）を超過した衣料品はなかった。

(5) 今後の課題

市販の衣類等に、どのような化学物質が、どのくらいの濃度で繊維加工剤として使用されているか、それら

の繊維加工剤の安全性あるいは毒性はどうか等を明らかにすることが必要になる。

2.4 防虫剤・殺虫剤からの化学物質の発生について

(1) 目的

発ガン性や内分泌攪乱化学物質の観点から準揮発性有機化合物 (SemiVolatile Organic Compounds, SVOC) も注目されてきており、それらの一つとして可塑剤、防虫剤及び殺虫剤等が注目されている。特に、上述した中ではフタル酸エステル類やピレスロイド系化学物質が内分泌攪乱や発ガン性の観点から注目されており、かつ、室内に発生源が存在する。本章では上述の様な観点から家庭内で殺虫剤や防虫剤目的で使用されているピレスロイド系殺虫剤の実態究明を目的とするものである。初年度は測定法の開発を行った。

(2) 本研究の内容

ピレスロイド系農薬類は皮膚や粘膜の刺激、神経毒性或いは内分泌攪乱作用を有する物質も一部存在し健康影響が懸念されている。これら化学物質の居住環境内における実態究明を目的として、本研究においては測定法の開発を行った。更に、そのアプリケーションとしてプレハブ住宅内で蚊取り線香や燻煙剤等を使用した時のピレスロイド系殺虫剤の実態調査を行った。

(3) 結果

以下の知見が得られた。

- 1) 捕集特性の異なるロシ2枚を重ねてピレスロイド系殺虫剤を捕集し、混合溶媒で抽出後、GC/MSで分析し、粒子状とガス状の分別測定法を確立した。
- 2) 捕集に使用したガラス繊維フィルタ及びEmpore Disk C18フィルタからの回収率は7成分とも90%以上の回収率が得られ、これらフィルタの実測への実用性が確認出来た。
- 3) 検量線最低濃度の繰り返し測定の精度は変動係数で8%以下と精度は高かった。
- 4) フィルタ上の各物質の保存安定性は室温及び冷暗所とも1週間程度は問題がなかった。
- 5) 破過試験を行った。その結果、毎分5Lで1週間通気した場合、アレスリンのみが破過が認められたが、その他の物質は第1段フィルタの残存率70%以上であった。
- 6) 本法を室内空気中のピレスロイド系殺虫剤の実測に適用した。その結果、蚊取り線香使用時及び燻煙式殺虫剤使用時にアレスリンやペルメトリンが検出された。

(4) 今後の課題

今後の課題としては通常の生活状態下におけるピレスロイド系農薬類並びにPM2.5で代表される微細粒子の実態解明が必要と考えられる。

2.5 造作家具からの化学物質の発生について

(1) 目的

木製家具は、塗料や接着剤、合板など使用しており、様々な化学物質を発生すると考えられる。そこで、本実験では、室内空気汚染に大きな影響を及ぼすと考えられる木製家具からの化学物質の発生について測定を行い、木製家具から発生する化学物質を調べた。

(2) 実験内容

造作家具等の実験が可能な実験チェンバーを作製し、人工気象室に設置した。諸チェンバーに、造作家具を挿入し、発生実験及びベイクアウト実験を行い実験中の濃度測定を行うものである。

(3) 結果

造作家具からの化学物質の発生及び、ベイクアウト実験の結果を以下に示す。

(a) ホルムアルデヒド濃度

① ベイクアウト前

測定されたホルムアルデヒド濃度は、ベイクアウト前の期間において7[ppb]を示した。

② ベイクアウト中

ベイクアウト中の濃度は、ベイクアウト前の濃度と比較すると、約18.1倍もの濃度上昇が示されており、ベイクアウトによるホルムアルデヒドの発生が促進されていることがわかる。

③ ベイクアウト後

ベイクアウト後に関しては、ベイクアウト前の期間に比べて1[ppb]程度高い値を示している。

(b) VOC 濃度

①ベイクアウト前

ベイクアウト実施前においてテトラデカンやトルエン、1,2,4-トリメチルベンゼン、1-デカノールなどの物質が発生している。

②ベイクアウト中

ベイクアウト前VOCの発生濃度より約2.3倍の濃度上昇を示し、ホルムアルデヒドと同様に、発生速度の増大が確認された。物質別では、ベイクアウト前の測定では未検出であったヘキサデカンや酢酸エチル、アセトンなどが検出された。

また、ベイクアウト前の測定では、218.72 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] であったトルエンは、389 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] と発生が促進され、1.8倍近くの値を示した。

③ベイクアウト後

ベイクアウト前に比べ、トルエンの値が3分の1程度に減衰しており、ベイクアウトの効果が現れている。しかし、ベイクアウト前には未検出であったアセトンが、ベイクアウト後に高い値を示している。

(4)考察

①ベイクアウトに伴うホルムアルデヒドの濃度変化

「ベイクアウト後」の濃度は、「ベイクアウト前」の値とほとんど変化がなかった。これは、そもそも発生濃度が10[ppb]以下と低く、定常発生量が小さいことと関係があるものと考えられる。

しかし、「ベイクアウト中」の、ホルムアルデヒドの濃度は、定常値の18.1倍もの値を示し、ホルムアルデヒドの発生が、促進されている状況が明確に示された。

②ベイクアウトに伴うVOCの濃度変化

「ベイクアウト後」に著しい濃度減衰が見られたのは、トルエンであった。「ベイクアウト前」は218.72 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] という値を示していたが、「ベイクアウト後」は70 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] まで減衰しているのがわかる。ベイクアウトは造作家具のトルエンを有効に低減させた。また、「ベイクアウト後」に高い濃度が検出された物質は、アセトンである。アセトンの「ベイクアウト中」の値は56.3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] であったが、「ベイクアウト後」には、約7倍の355 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] の値が検出された。「ベイクアウト後」のVOCの中では最も高い値を示している。